

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE - N° 291

**CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA STÉRILISATION DE L'AIR
DES SALLES D'OPÉRATIONS**

THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

SECTION DE PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

le 9 Juin 1939

PAR

Maurice SAUTREAU

Né le 4 Mai 1915, à LA COTE-SAINT-ANDRÉ (Isère)



LYON

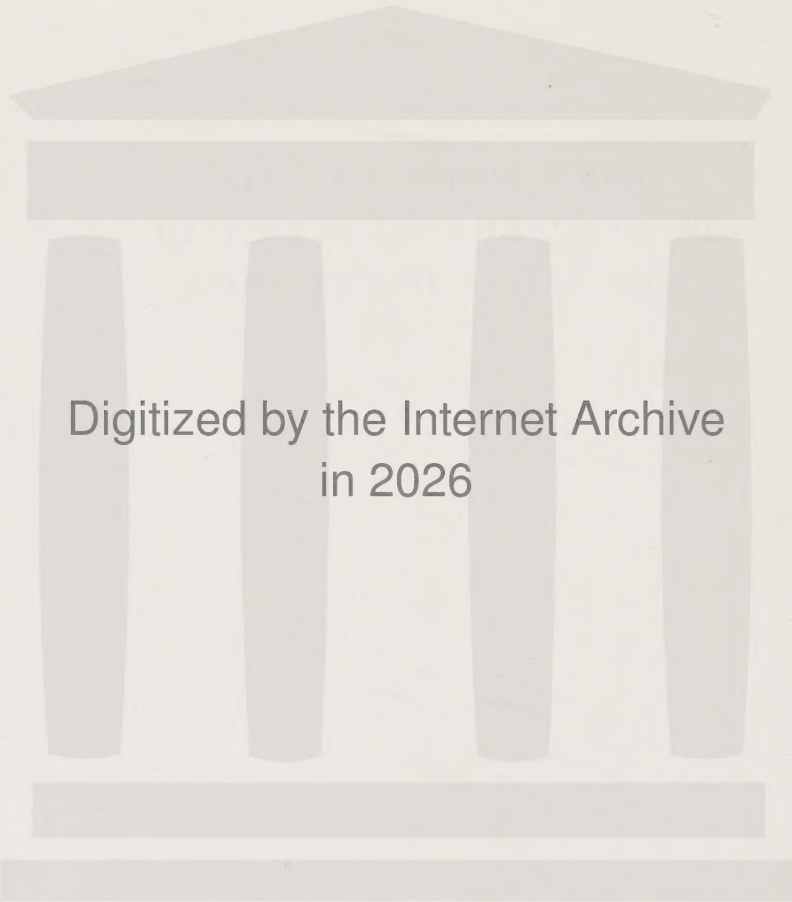
BOSC Frères M. & L. RIOU

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

42, Quai Gailleton, 42

1939

**CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA STÉRILISATION DE L'AIR
DES SALLES D'OPÉRATIONS**



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE - N° 291

**CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA STÉRILISATION DE L'AIR
DES SALLES D'OPÉRATIONS**

THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

SECTION DE PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

le 9 Juin 1939

PAR

Maurice SAUTREAUX

Né le 4 Mai 1915, à LA COTE-SAINT-ANDRÉ (Isère)



LYON

BOSC Frères M. & L. RIOU

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

42, Quai Gailleton, 42

1939

PERSONNEL DE LA FACULTE

Doyen honoraire	M. L. HUGOUNENQ.
Doyen	M. J. LEPINE.
Assesseur	M. A. MOREL.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. LANNOIS, HUGOUNENQ, PIC, CONDAMIN,
PAVIOT, NICOLAS, VILLARD,, NOVE-JOSSERAND, TIXIER, COLLET, GAYET, CLUZET

PROFESSEURS

Cliniques médicales	}	MM. FROMENT.
Cliniques chirurgicales		SAVY.
		PATEL.
Clinique obstétricale et Accouchements		BERARD.
Clinique ophtalmologique		VORON.
Cliniques dermatologique et syphiligraphique		BONNET.
Clinique neurologique et psychiatrique ..		FAVRE.
Clinique médicale infantile		LEPINE (J.).
Clinique gynécologique.....		MOURIQUAND
Clinique Oto-rhino-laryngologie		COTTE.
Clinique urologique.....		REBATTU.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie		CIBERT.
Clinique et prophylaxie de la tuberculose		TAVERNIER.
Clinique des maladies infectieuses		COURMONT
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie		J. CHALIER
Chimie biologique et médicale		PONTHUS.
Chimie organique et Toxicologie		FLORENCE
Matière médicale et Botanique		MOREL.
Parasitologie et Histoire naturelle médicale		MANCEAU.
Anatomie		GUIART.
Histologie		LATARJET.
Physiologie		POLICARD.
Pathologie interne		HERMANN.
Pathologie générale et thérapeutique		CORDIER.
Anatomie pathologique		CADE.
Chirurgie opératoire		J.-F. MARTIN.
Médecine expérimentale et comparée et Bactériologie		SANTY.
Médecine légale		ARLOING (F.)
Hygiène		Etienne MARTIN
Pharmacie et Pharmacologie		ROCHAIX.
Hydrologie thérapeutique et Climatologie		LEULIER
		PIERY.

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours d'Anatomie médico-chirurgicale	MM. THEVENOT (Léon)
Chargé d'un cours d'Embryologie	NOEL.

AGREGES

MM.	MM.	MM.	MM.
GABRIELLE	GUILLEMINET	DE ROUEMONT	MORIN
DECHAUME	MORENAS	P. RAVAUULT	BERTRAND
BERNHEIM	REVOL	PIGEAUD	CLAVEL
POLLOSSON	ENSELME	CROIZAT	LEVRAT
CHAMBON	SEDALLIAN	DELORE	
EPARVIER	CREYSSEL	JOSSERAND	

EXAMINATEURS DE LA THESE

MM. MOREL, *président* ; ROCHAIX, *assesseur* ;
SANTY et CHAMBON.

La Faculté de Médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MES PARENTS

Que ces modestes lignes soient pour
eux le témoignage de l'affection et de
la reconnaissance de leur fils.

A TOUS LES MIENS

A MON PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR A. MOREL

Professeur de Chimie organique et de Toxicologie

Membre correspondant de l'Académie de Médecine

Officier de la Légion d'Honneur

A MES JUGES

MONSIEUR LE PROFESSEUR A. ROCHAIX

Professeur d'Hygiène

Sous-Directeur de l'Institut bactériologique

Chevalier de la Légion d'Honneur

MONSIEUR LE PROFESSEUR P. SANTY

Professeur de Chirurgie opératoire

Chirurgien des Hôpitaux

Chevalier de la Légion d'Honneur

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ M. CHAMBON

Pharmacien-Chef des Hôpitaux

A MES MAITRES
DE LA FACULTE DE MEDECINE
ET DE PHARMACIE

A MES AMIS

AVANT-PROPOS

Au moment de présenter cette thèse qui termine mes études pharmaceutiques, c'est avec un réel plaisir que je m'acquitte ici d'une dette de reconnaissance en adressant à tous les maîtres qui ont dirigé mes travaux l'expression de ma vive gratitude.

M. le Professeur MOREL m'a aimablement accueilli dans son laboratoire. En le remerciant très sincèrement de l'intérêt qu'il m'a témoigné et de l'honneur qu'il me fait en acceptant de présider cette thèse, je suis heureux de pouvoir lui exprimer toute ma respectueuse admiration et ma profonde gratitude.

Je suis particulièrement sensible à l'honneur que me fait M. le Professeur ROCHAIX en acceptant de faire partie de mon Jury de Thèse. Je lui en suis profondément reconnaissant et je le prie de bien vouloir trouver ici l'expression de mes sincères remerciements.

M. le Professeur SANTY a été le promoteur de ce travail et c'est dans son service de l'Hôpital E.-Herriot qu'en a été poursuivie toute la partie expérimentale.

Il m'a toujours témoigné ses encouragements et sa sympathie, me prodiguant des conseils précieux, des idées directrices claires et précises. Je le prie de croire à ma bien vive reconnaissance.

Mes remerciements vont particulièrement à M. le Professeur Agrégé CHAMBON qui a dirigé patiemment ces recherches.

Des deux années passées dans son laboratoire, j'ai retiré un tel profit pour ma formation pharmaceutique et scientifique que je ne pourrai jamais traduire la reconnaissance que je lui garde.

Qu'il me permette de lui dire quel maître aimé et admiré j'ai trouvé en lui et combien je lui suis dévoué.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA STÉRILISATION DE L'AIR DES SALLES D'OPÉRATIONS

INTRODUCTION

Ces dernières années, beaucoup de chirurgiens ont pensé attribuer aux microbes de l'air certaines des complications infectieuses post-opératoires qu'ils ont observées.

L'étude que nous venons de faire dans le Service de M. le Professeur SANTY sous la direction de M. le Professeur Agrégé CHAMBON a eu pour but de rechercher des méthodes simples permettant de stériliser l'air des salles d'opération et d'éviter ainsi cette cause d'infection.

Pour exposer ces recherches, nous adopterons le plan suivant :

PLAN

PREMIERE PARTIE

TRAVAUX GENERAUX

- 1° L'INFECTION PAR VOIE AÉRIENNE ;
- 2° SEPTICITÉ DE L'AIR DES SALLES D'OPÉRATION ;
- 3° PROCÉDÉS EMPLOYÉS POUR STÉRILISER L'AIR DES SALLES D'OPÉRATION.

DEUXIEME PARTIE

TRAVAUX PERSONNELS

I. — EXPÉRIMENTATION :

1° *Etude de la septicité normale de la salle d'opération.*

2° *Essais de désinfection :*

- a) avec une solution antiseptique ;
- b) avec un appareil à rayons ultra-violets.

II. — CRITIQUE GÉNÉRALE :

- *critique des expériences,*
- *comparaison avec les travaux antérieurs.*

III. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

PREMIERE PARTIE

**L'INFECTION PAR VOIE AERIENNE
LA STERILISATION DE L'AIR
DES SALLES D'OPERATION**

L'INFECTION PAR VOIE AERIENNE

La découverte de l'infection par voie aérienne n'est pas nouvelle.

Il y a longtemps qu'on la connaît et on peut même dire que ce fut la première connue.

Faut-il rappeler comment, en 1864, Pasteur mettait en évidence le rôle des poussières qui fourmillent dans l'air éclairé par un rayon de lumière. On se souvient des travaux qui ont abouti à ruiner la théorie de la génération spontanée.

Après les découvertes de Pasteur, c'est aux germes de l'air que les chirurgiens attribuèrent d'abord tous leurs déboires.

On considérait à cette époque la suppuration comme le processus normal de réparation des tissus et de cicatrisation des plaies. Comme on ne prenait aucune précaution sérieuse pour éviter les contaminations, la suppuration était de règle.

Les travaux de Pasteur ouvrirent la voie à de nombreuses recherches et mirent la contamination aérienne au premier rang.

C'est alors que Lister invente le « spray ». Il vaporise dans la salle au cours de l'opération une solution phéniquée. Puis, il applique un pansement spécial qui

devait, par la présence de vapeurs phéniquées au-dessus de la plaie, empêcher sa contamination.

Dans le même but de protection contre les « miasmes », Alphonse Guérin utilise le pansement ouaté, perméable aux gaz et permettant à l'air d'arriver au contact des tissus, mais arrêtant, en principe du moins, les poussières et les bactéries.

Mais on ne tarda pas à démontrer que la contamination s'opère le plus souvent par le contact d'objets ou de mains sales. De fait, la pollution par l'air est bien faible vis-à-vis de l'ensemencement direct par les mains, les instruments, les pansements non aseptiques. On cessa de se préoccuper de l'infection aérienne; le spray est abandonné par Lister lui-même.

On perfectionne la stérilisation des instruments et des pansements, et actuellement on peut considérer cette asepsie du matériel comme absolue, à condition de suivre une bonne technique de stérilisation.

Tant que la chirurgie, limitée dans ses moyens, ne pouvait réaliser que des interventions rapides, cette asepsie suffisait.

Aujourd'hui que certaines interventions délicates obligent à une longue exposition des plaies à l'air, les dangers de la septicité de l'air reparaissent au premier plan ainsi que l'ont montré les travaux et les observations cliniques de nombreux chirurgiens qui établissent l'influence de la contamination aérienne sur l'évolution post-opératoire.

Après les observations de Quenu et Landel, Tuf-

fier (1), dès 1903 a mis en évidence le rôle de l'infection aérienne en chirurgie et c'est là une des raisons des recherches qu'il a entreprises à ce sujet.

Jean-Louis Faure (2), en 1919, sous le titre « Grippe et Chirurgie », avec une vision très nette de l'origine de ces accidents, a signalé une série d'insuccès l'obligeant par leur fréquence à suspendre toute intervention chirurgicale dans certains services particulièrement éprouvés.

En 1926, il revient à nouveau sur ce sujet. Si ce n'est pas l'agent même de la grippe qui est dangereux, les recherches bactériologiques récentes ont montré qu'en période d'épidémie, l'air contient de nombreux streptocoques hémolytiques particulièrement virulents.

Cette question des porteurs de germes semble particulièrement importante.

Hart constate que l'on trouve souvent des staphylocoques et quelquefois des streptocoques dans le nez et dans la gorge des assistants et c'est là le point de départ d'infections épidémiques dans les salles d'opération.

Lui-même avait constaté des infections sévères, habituellement dues au staphylocoque doré qu'il avait attribuées à une stérilisation insuffisante de la peau. Une préparation soigneuse de la peau ne donna pas de changement sur le nombre des infections. La peinture fréquente et le lavage journalier du sol et des murs de la salle d'opération resta sans plus d'effet.

Il trouva alors que des boîtes de Pétri garnies de

(1) Tuffier : *Bull. et Mém. Soc. Nat. Chirurg.*, 1903, XXIX, p. 335.

(2) J.-L. Faure : *Presse Médicale*, 1919, p. 405.

gélose au sang stériles, exposées une heure à l'air des salles d'opération pendant leur utilisation et cultivées 24 à 48 heures portaient de nombreuses colonies de staphylocoques dorés.

Il pense que les organismes pathogènes de l'air contaminé par les êtres humains sont responsables de beaucoup d'infections des salles d'opération. Il remarque que ce point n'a pas été suffisamment signalé dans les publications ; quand il est cité, on le place accessoirement avec la contamination de la peau et on ne lui donne pas son importance réelle. C'est par l'augmentation du nombre des porteurs de germes qu'il explique l'augmentation saisonnière des complications post-opératoires.

C'est là un résultat qui doit intéresser le chirurgien au plus haut point. Irving en avait montré le danger et avait confirmé la relation de cause à effet. Perdant tout à coup à la suite d'interventions banales trois malades de streptococcie hémolytique suraiguë constatée par hémoculture, certain de la stérilisation de son matériel opératoire, il eut l'idée de rechercher les germes dans les fosses nasales des assistants. Il découvrit que trois infirmières sur six hébergeaient des streptocoques hémolytiques. C'étaient trois infirmières qui aidaient à l'opération.

Dernièrement Proust (3), à propos de la pathogénie des phlébites post-opératoires, prononçait à la Société de Chirurgie de Paris, les paroles suivantes : ,

(3) Proust, Moure, Desplas : *Bull. et Mém. Soc. Nat. Chirurg.*, 1935, 61 p. 608.

« Je veux à ce sujet attirer l'attention de la Société
« sur une cause possible d'infection à laquelle nous
« ne pensons pas généralement et que des circonstan-
« ces fortuites viennent de m'amener à étudier. Je
« veux parler de l'infection possible quoique excep-
« tionnelle par l'air de la salle d'opération dans des
« conditions de ventilation défectueuse ».

Il conclut que :

« Si des poussières septiques en très grand nombre
« volent dans une salle au cours d'une opération de
« laparotomie, il peut en tomber quelques grains ve-
« nant inoculer le sang momentanément épanché dans
« le péritoine ».

Dans la même séance, Moure signale qu'il a réussi à faire disparaître une véritable épidémie de phlébites en faisant pulvériser et formoler fréquemment sa salle d'opération. Il signale également la contamination par l'emploi d'ouate et de coton cardé en général non stérilisé que l'on manipule dans les salles d'opération.

Desplas avait constaté après des hystérectomies :
« des accidents infectieux extraordinaires, des phlébi-
« tes, des réactions locales, de véritables états de septi-
« cémie avec troubles nerveux ».

C'est par hasard, au cours de recherches faites dans le service pour découvrir la cause de ces accidents, qu'il découvrit un « dispositif de prise d'air » provenant d'une « cave où l'on accumulait les pansements souillés ».

Masmonteil (4) trouve qu'après la stérilisation de l'air, « le résultat le plus tangible est la diminution des phlébites ».

La plaie n'est pas souillée seulement par l'air directement, elle l'est aussi indirectement par l'intermédiaire des gants, des compresses, des outils, du champ stériles lorsqu'on les sort des boîtes, mais qui ne le sont plus dès qu'ils sont à l'air libre.

Lafolie, dans sa thèse insiste sur l'importance de cette contamination indirecte et conclut :

« Enfin il est un point et c'est là le point capital de
« ma thèse, c'est que tout est aseptique dès le début :
« catgut, instruments, serviettes, etc... Or, au bout d'un
« certain temps d'exposition à l'air rien ne l'est plus.
« On trouve sur toutes choses des colonies microbien-
« nes provenant de l'air ambiant, par conséquent de
« la salle d'opération ».

Il semble que, lorsqu'on opère en air stérile, les fils non résorbables sont mieux tolérés.

Selon Masmonteil « la sécurité est telle que l'emploi
« du catgut a été supprimé pour toutes les opérations
« aseptiques et les éliminations de fils n'ont pas dé-
« passé la proportion de 1 pour 200 opérés ».

Gudin (5) qui critiquait autrefois cette méthode conclut maintenant :

« J'ai changé radicalement d'opinion depuis que,
« grâce à la stérilisation totale, j'obtiens la cicatriza-
« tion amicrobienne et aphlegmatique et que je puis

(4) Masmonteil : *Presse Médicale*, 1939, p. 394.

(5) Guclin : *Bull. et Mém. Soc. Nat. Chirurg.*, 1935, p. 994.

« inclure avec une certitude absolue un corps étran-
« ger sans la moindre contamination. Des résultats
« parfaits confirment ces faits ».

Des techniques modernes permettent la stérilisation absolue du matériel, des gants, de la peau du malade. Mais toute cette stérilisation est illusoire si l'on travaille en atmosphère septique.

Et maintenant, quelle conclusion porter sur le rôle de l'infection aérienne en chirurgie ?

Ainsi que le remarque Gudin :

« Quand il s'agit en clinique de porter un jugement
« sur les conséquences de l'infection opératoire exo-
« gène, on constate dans les idées régnantes pas mal
« d'obscurités, forcées d'ailleurs, car pour se rendre
« compte exactement de ses effets, il faut pouvoir y
« appliquer la règle fondamentale de Claude Bernard:
« éliminer le facteur et comparer le résultat obtenu ».

Lui-même, après dix ans d'expériences, d'observations et d'études, estime que :

« Ce que l'on vérifie avant toute chose, c'est que les
« conséquences de l'infection permanente [dont résultent les données anatomo-physico-pathologiques que
« j'ai signalées] sont en clinique tellement variées
« qu'elles vont d'un simple ennui post-opératoire, gravissant tous les degrés intermédiaires, jusqu'à la
« mort, ce qui s'accorde parfaitement avec l'intervariabilité des phénomènes d'infection et réactions de
« défense.

« Il y a loin, en pratique, d'une simple élimination
« de floc de fibrine à une méningite ou à une streptococcémie hémolytique, qui pourtant ont un point de

« départ commun. Sous sa forme la plus simple, la
« suppuration des plaies opératoires prolonge et com-
« plique les suites : pansements répétés, long séjour,
« cicatrices défectueuses ».

.....
Quelquefois : « On constate des accidents graves,
« mortels, sous forme de péritonites, ou de septicé-
« mies, surgissant soudain, sans cause appréciable,
« isolément ou en série, après des opérations dont les
« suites sont normalement simples, accidents que l'on
« suppose être imputables à l'infection aérienne et
« dans lesquels on parvient aisément à établir des re-
« lations positives de cause à effet. Tous les chirur-
« giens expérimentés les ont éprouvés. On ne les con-
« naît en général que par ouï-dire et il est difficile d'y
« trouver des références dans la littérature médicale ».

Sans doute ce sont là des cas exceptionnels.

Le rôle de l'infection aérienne est souvent plus ef-
facé et les troubles que l'on observe habituellement
sont plus discrets. Elle ne donne de complications im-
portantes que dans des cas heureusement rares et
isolés.

Cependant, ainsi que le constatait Quenu (6), dès
1903 :

« La question est différente, elle est de savoir si :
« la contamination de l'air a une influence nulle sur
« un résultat opératoire, si elle est pratiquement négli-
« geable et si cette nullité est constante ».

.....
(6) Quenu : *Bull. et Mém. Soc. Nat. Chirurg.* 1903, 29, p. 345.

Car « lorsque nous aurons à longuement opérer un « débile, un albuminurique, un diabétique, qui donc « pourra se targuer du pouvoir défensif de tels malades ».

L'asepsie de l'air apparaît alors comme un complément utile dans toutes les interventions chirurgicales ; elle semble bien souvent pouvoir améliorer les suites opératoires, et, dans quelques cas, peut-être est-elle susceptible d'éviter des accidents plus sérieux.

SEPTICITE DE L'AIR DES SALLES D'OPERATIONS

Les quelques exemples qui précèdent montrent que, malgré les perfectionnements considérables de la technique chirurgicale et les perfectionnements des procédés de stérilisation du matériel, qui permettent d'atteindre une asepsie bactériologique absolue, les chirurgiens constatent encore assez souvent des infections plus ou moins sévères et en apparence inexplicables.

Les détails techniques les plus soignés, les lavages et l'asepsie de la salle les plus minutieux ne permettent pas de faire disparaître ces accidents.

Il semble qu'il faille incriminer la septicité de l'air. Aussi des tentatives ont été faites pour se rendre compte de la septicité de l'air des salles d'opération.

I. — Nombre de germes

Les études qui ont été faites jusqu'à présent sont en petit nombre. Ces études sont souvent anciennes. Elles datent de la période antiseptique et des débuts de la période aseptique ; quelques expérimentateurs seulement ont repris la question ces dernières années.

Les premières recherches sont celles de Miquel (1) en 1880. Si cet auteur a étudié les germes microbiens en différents points de l'atmosphère de Paris et constaté leur grande abondance, leurs variations suivant le degré d'humidité, de chaleur, l'altitude, les saisons, etc., il en a également déterminé le nombre par mètre cube, dans l'air extérieur, les appartements et les salles d'hôpital.

Il arrive au résultat important suivant : *plus l'air est riche en poussières, plus il est riche en microbes.*

Muller, trois ans plus tard, fait une série d'expériences dans la salle d'opération de Halle, qui sert en même temps de clinique. L'auteur cherche à évaluer au moyen de milieux de culture solides, contenus dans des boîtes de Pétri le nombre de germes qui peuvent tomber sur le champ opératoire et sur le matériel chirurgical. Pour cela, des boîtes de Pétri sont ouvertes

(1) Miquel : *Les organismes vivants de l'atmosphère*, Paris, 1882 ; et *Annales de l'Observatoire de Montsouris*, 1880-1887.

pendant dix minutes ou un quart d'heure, soit avant, soit pendant, soit après la leçon ou présentation clinique qui se fait dans la salle d'opération devant soixante-dix à quatre-vingts auditeurs.

La salle ayant été complètement lavée avant les expériences, Muller trouve de 10 à 14 germes par boîte, moyenne avant la clinique ; de 21 à 29 pendant la clinique, et après un nombre plus considérable. L'auteur conclut qu'il est difficile de réaliser une asepsie complète dans les salles d'opération, mais il dit peu de chose sur la détermination des espèces récoltées et sur leur virulence, cependant il reconnaît sur plus de 3.000 germes recueillis, avoir trouvé seulement trois cultures de staphylocoques blancs et aucune de staphylocoque doré.

Muller n'a déterminé que le nombre des germes qui sédimentent et se déposent dans les boîtes de Pétri, mais les poussières se déplacent entraînées par les courants d'air, c'est ce que Flugge (2) a étudié en faisant passer, suivant des vitesses déterminées, un courant d'air à travers des étoffes ou sur du sable imprégné préalablement d'une culture microbienne connue. Dans ces conditions, une vitesse de 60 mètres par seconde n'entraîne aucun microbe, si le sable ou les étoffes sont mouillés ; il suffit au contraire d'une vitesse de 4 mm. à 0,2 mm. par seconde pour entraîner les poussières sèches ; les plus fines flottent dans l'air pendant quatre heures.

(2) Flugge : Ueber Luftinfektion. *Zeitschrift für Hygien und Infektionkrank*, 1897, vol. 25, fasc. 1, p. 179.

Mais les travaux de Flugge se sont orientés dans d'autres voies.

Dans une deuxième série d'expériences, l'auteur étudie la contamination de l'air par les expérimentateurs. Il précise considérablement les résultats déjà aperçus par Muller. Celui-ci avait constaté qu'après les cliniques qui amenaient 70 à 80 personnes le nombre des germes était beaucoup plus considérable. Flugge montre que la parole est une cause importante de contamination. Pour ce faire, il prend dans la bouche une culture de *Bacillus prodigiosus* et se place à des distances variables de boîtes de culture contenant divers milieux. Il parle bas, fort, tousse ; il étérue. Dans tous les cas, des boîtes placées à plusieurs mètres de distance sont contaminées. Des boîtes placées derrière l'expérimentateur se contaminent également. Il est probable que dans ce cas, ce sont les courants d'air qui transportent les gouttelettes septiques ; aussi, pour éviter cette cause d'infection, le chirurgien porte habituellement un masque. Le problème des masques a été traité en de nombreux articles, surtout américains :

Tels ceux de : Davis (3), Meleney (4), Walher (5), Whipple (6), Daust and Lyon (7), Kellog and Mc. Mil-

(3) Davis, John, Staige : *Ann. Surgery*, 100, p. 1008, 1934.

(4) Meleney F.L. : *Surgery, Gynec., Obstet.*, 60-264, 1935.

Meleney F.L. : *J.A.M.A.*, 88, 1392, 1937.

Meleney F.L. and Stevens F.A. : *Surg. Gyn. Obst.*, 43, 338, 1929.

Meleney F.L., Humphreys H.E. and Carp L. : *Surg. Gynec. Obstet.*, 45, 775, 1927.

(5) Wahler I.J. : *Surg. Gynec. Ost.*, 50, 266, 1930.

(6) Whipple A.D. : *Ann. Surgery*, 98, 662, 1933.

(7) Daust B.C. and Lyon A.B. : *J.A.M.A.*, 71, 216, 1918.

len (8), Leete (9), Capps (10), Dannenberg (11), Mellinger (12), Weaver (13), Blatt and Dale (14), etc...

Mais il semble que le meilleur procédé soit l'emploi de la cagoule ou du scaphandre fermé (Hamond et Grimault) (15).

Lafolie (16) dans sa thèse, a étudié la septicité de l'air dans les salles d'opération des hôpitaux militaires de Bordeaux et de Brest. Il utilise une technique voisine de celle de Muller. Il se sert de boîtes de Pétri qu'il expose un quart d'heure dans le voisinage du champ opératoire et plus longtemps en d'autres points de la salle.

Au voisinage du champ opératoire, le nombre des colonies s'établit autour d'une moyenne approximative de 193 colonies par boîtes, sur lesquels il relève 91 colonies de staphylocoque blanc et 43 de staphylocoque doré, soit une proportion de plus de 2/3 de staphylocoques sur la totalité des germes ; dans les autres points de la salle, cette proportion est encore plus considérable. L'auteur ayant désinfecté la salle avec de la formaldéhyde la veille de l'opération, il ne recueille plus que 17 cultures par boîte de Pétri en

(8) Kellog W.H. and Mc Millen G. : *Ann. J. Pub. Health*, 10, 34, 1920.

(9) Leete H.M. : *The Lancet*, p. 392, March 8, 1919.

(10) Capps J.A. : *J.A.M.A.*, 71, 448, 1918.

(11) Dannenberg A.R. : *J.A.M.A.*, 70, 990, 1918.

(12) Mellinger H.V. : *J.A.M.A.*, 95, 662, 1930.

(13) Weaver G.H. : *J.A.M.A.*, 70, 76, 1918.

Weaver J.H. : *J. Infect. disease*, 24, 218, 1919.

(14) Blatt, Maurice-L. and Dale : *Surgery, Gynecology, Obstetric*, 57, 363, 1933.

(15) Hamond and Grimault : *Bulleti net Mémoires Acad. Chirurgie*, 15 février 1939.

(16) Lafolie : Une opération aseptique. *Thèse de Bordeaux*, 1900.

moyenne, mais il relève encore sur ce nombre 13 staphylocoques blancs et 2 staphylocoques dorés.

Poursuivant ses expériences à Brest dans une salle d'une architecture plus adéquate, il montre qu'elle contient malgré tout une grande quantité de germes. En effet, il établit une moyenne de 186 colonies dont 112 de staphylocoque blanc et 0 de staphylocoque doré. Le lendemain d'un lavage à l'eau fait à la lance, la moyenne tombe à 24 par boîte dont 20 de staphylocoques blancs et aucune de doré.

Peu après la thèse de Lafolie, Quénu et Landel (17) publient un travail extrêmement important au point de vue chirurgical.

Ces auteurs ouvrent des boîtes de Pétri de 65 cm² garnies de gélose peptonée, pendant 10 à 15 minutes dans différentes salles.

La salle d'opération aseptique constitue, en dehors de toute désinfection préalable le milieu le plus pauvre en germes à la condition qu'il n'y ait personne dans la salle. Ils obtiennent ainsi les chiffres moyens de 27 germes par boîte à opposer à :

71 pour la salle de malades aseptiques,

38 pour la salle de malades demi-aseptiques,

59 pour la salle de malades septiques.

Mais, dans cette même salle d'opération, le chiffre monte de :

(17) Quenu et Landel : *Bull. et Mém. Soc. Nat. Chirurgie*, 28, 1902, p. 1184.

27 à 72 avec 5 assistants,
et à 85 avec plus de 10 assistants.

De même, le nombre de germes est plus élevé au voisinage du groupe formé par l'opéré et les assistants, ce qui confirme les résultats obtenus par Flugge.

Quant au résultat en apparence paradoxal du plus grand nombre de germes obtenu dans la salle aseptique, il est dû à ce que l'air est beaucoup plus brassé que dans les autres salles. Et Quénu et Landel concluent :

« Il faut admettre comme conclusion principale que ce qui influence le plus le nombre de germes, c'est le balayage, l'agitation de l'atmosphère et la circulation des personnes ».

Plus récemment, Hart, après avoir constaté par des cultures répétées que l'air d'arrivée dans sa salle d'opération du Duke Hospital est pratiquement stérile (air lavé et conditionné), trouve que le degré de contamination de l'air de la salle est plus grand quand la salle est occupée que quand elle ne l'est pas, même si, dans ce dernier cas, l'air est agité. Des cultures en différents points de l'hôpital ont montré que la contamination de l'air de chaque pièce est directement proportionnelle *au temps d'occupation et au nombre des occupants.*

Après une longue période d'observation, cet auteur détermine qu'il y a de grandes variations dans le taux de la contamination et que cette variation est plus ou moins parallèle à l'élévation ou à la diminution du nombre de porteurs de germes (Carriers), dans le per-

sonnel de la salle d'opération, et proportionnel également à l'intensité de la contamination de leur nez et de leur gorge.

En une heure d'opération, il arrive à obtenir jusqu'à 150 colonies par boîte.

II. — Détermination des espèces microbiennes

Il semble que l'air des villes qui contient parfois beaucoup de poussières formées de fines particules minérales ou organiques contient peu de microbes pathogènes. On y rencontre des saprophytes, des moisissures et des levures. Pour ce qui est des salles d'opérations, les avis sont très partagés. Il y a une grande divergence entre les résultats obtenus par Muller et Quénu et Landel d'une part, et Lafolie, Masmon-teil (18), Proust (19), Hart (20), etc..., d'autre part, quant à la virulence et à la spécificité des germes rencontrés. Muller, puis Quénu et Landel ne trouvent qu'une quantité de staphylocoques minime, alors que Lafolie en trouve près des 2/3 sur la totalité des germes, soit sur 193 colonies, 91 de staphylocoques blancs et 45 de staphylocoques dorés en moyenne.

Quénu et Landel notent sur 100 colonies :

« 2 à 6 % de moisissures (mucorinées), proportion qui s'élève avec les poussières (balayage) ;

« 2 à 6 % de levures (Blastomycètes) ;

« 90 à 95 % de bactéries :

(18) Masmonteil : *Presse Médicale*, 16 janvier 1937, p. 91.

(19) Proust : *Bull. et Mém. Acad. de Chirurg.*, 1935.

(20) Hart : *J. thoracic surgery*, 1936, p. 45.

- 18 à 20 espèces de cocci,
- 8 à 10 de bactéries allongées,
- 3 espèces de bactéries ramifiées (cladothrix).

DES MICROCOQUES :

— *Surtout des espèces jaunes*, non pathogènes probablement micrococcus luteus, flavus, liquefactiens, et desideus ;

— *Des espèces blanches*, correspondant au micrococcus candidans et candidus ;

— *Des espèces roses ou rouges* : Micrococcus roseus, prodigiosus, aurantiacus,

— et un certain nombre d'autres espèces non pathogènes, en particulier un micrococcus voisin du Staphylococcus aureus, mais non pathogène pour le lapin et le cobaye.

DES BACTÉRIES ALLONGÉES :

— Bacterium subtilis, et bacterium termo qui sont très abondants et quelques espèces qui se rapprochent du Bacillus mesentericus, d'autres espèces indéterminées non pathogènes pour les animaux.

DES BACTÉRIES RAMIFIÉES :

— Trois espèces de cladothrix non pathogènes.

Dans un cas, ils ont isolé un staphylocoque doré pathogène dont l'association avec d'autres bactéries a considérablement augmenté la virulence.

Dans un autre cas, ils ont isolé une culture de pyocyanique. A la suite de leurs expériences, ils concluent :

« Il est donc possible, au moins dans un milieu infecté, d'isoler de l'air atmosphérique le bacille pyo-

cyanique et le staphylocoque doré ayant conservé sa virulence.

D'ailleurs, un cobaye ayant reçu 8 milligrammes de poussières recueillies dans une salle d'opération meurt au huitième jour. *Cette expérience démontre qu'à une certaine dose, l'inoculation péritonéale des poussières de l'air peut provoquer la mort.*

Les études plus récentes confirment le danger des microbes de l'air.

Les recherches de Masmonteil sont plus récentes. Si cet auteur ne donne pas de chiffres précis, il constate que :

« Des boîtes de Pétri placées dans les divers points d'une salle d'opération révèlent le développement de colonies de streptocoques, de staphylocoques, de subtilis, et de quelques champignons aériens, bien que ces salles soient désinfectées régulièrement au formol après toutes les interventions septiques ».

Enfin Proust trouve : « des staphylocoques blancs, des staphylocoques dorés, des colibacilles et des tétragènes ».

Hart retrouve aussi un grand nombre de staphylocoques. Dans ses essais : une boîte de Pétri stérile à la gélose au sang, exposée une heure dans chaque salle d'opération, pendant son utilisation et cultivée 24 à 48 heures, montre de nombreuses colonies de staphylocoques dorés (jusqu'à 78). Le nombre total des colonies (avec prédominance de staphylocoque doré, hémolytique et non hémolytique et de staphylocoque blanc) atteint quelquefois 150.

Pour une heure d'exposition de boîte de Pétri, dans différentes salles de l'hôpital, cet auteur obtient de 0 à 12 colonies de staphylocoque doré et jusqu'à 60 de staphylocoque blanc.

★★

De la sorte, on peut parfaitement concevoir, comme le font remarquer A. Gosset, P. Hauduroy et J. Gosset (21) que « Si l'air d'une salle d'opération n'est normalement pas une source d'accidents infectieux, savons-nous quel peut devenir son rôle pathogène dans certaines conditions ? Le courant d'air, les poussières qu'un système de chauffage mal compris fait tourbillonner, et plus que tout, les spectateurs plus ou moins bien bottés et masqués, plus ou moins silencieux, telles sont les causes principales de certaines souillures massives de l'air des salles d'opération ».

Les travaux de Quénu et Landel, ceux de Hart, les observations de Masmonteil, etc..., en ont montré tout le danger. Remarquons en passant combien ces résultats expérimentaux s'accordent avec les observations cliniques de Moure, Proust et Desplas, etc., que nous avons brièvement rapportés au début de notre étude. Il semble même que la clinique dépasse l'expérience et que les associations microbiennes que le hasard réalise se montrent en pratique plus redoutables que l'expérimentation ne peut le faire prévoir.

En somme les germes que l'on rencontre dans les

(21) A. Gosset, Hauduroy et J. Gosset : *Presse Médicale*, 27 mars 1937, p. 464.

salles d'opération sont les mêmes que ceux que l'on trouve un peu partout dans l'atmosphère.

Mais on rencontre plus de bactéries et des espèces plus variées dans les milieux septiques où l'on trouve une proportion plus importante de germes pathogènes.

Les techniques employées et les milieux de culture utilisés ne permettent pas de déceler la présence de bactéries difficiles à cultiver (streptocoque, méningocoque, B.K., etc...), de la sorte une réserve est à faire dans les résultats obtenus : réserve importante puisque ces germes sont particulièrement pathogènes.

Au point de vue du pouvoir pathogène, il faut tenir compte que c'est surtout le microbe qui vient d'être émis qui contagionne. Or, dans une salle d'opération, même aseptique, on opère des malades qui présentent des lésions microbiennes : un certain nombre de germes peuvent parfaitement être libérés dans l'atmosphère.

C'est ainsi que Deplas (22) obligé d'opérer une grossesse extra-utérine rompue dans une salle où il avait opéré quatre heures auparavant une occlusion grave, voit sa malade mourir d'une péritonite lente au bout de quinze jours. Le matériel vérifié était parfaitement stérile. Desplas conclut : « La contamination par l'air joue un rôle essentiel dans l'évolution post-opératoire ».

(22) Deplas : *Bull. et Mém. Soc. Nat. Chirurgie*, 1935, 61, p. 675.

Les poussières de l'atmosphère

L'aérosol microbien

Les poussières sont les principaux agents de dissémination des microbes auxquels elles servent de support.

M. Trillat ⁽²³⁾ poursuit à l'Institut Pasteur depuis 1912 une série de recherches à ce sujet. Il est arrivé à la conclusion qu'il faut distinguer deux sortes de poussières, différentes par leur nature aussi bien que par leur rôle et leur mode d'action :

— Les poussières sèches et les poussières aqueuses.

LES POUSSIÈRES SÈCHES comprennent principalement les fumées. A côté des fumées, dans les poussières sèches rentrent toute une série de particules minérales entraînées par les courants d'air. Dans les salles d'opération par exemple, on rencontre du talc (gants, appareils de caoutchouc talqués, etc...).

Ces poussières sèches peuvent, dans certaines conditions, s'entourer d'humidité et donner des poussières aqueuses, la poussière sèche s'entourant alors d'une auréole de condensation. Cette condensation se produit facilement, grâce à l'augmentation de l'humidité. Les principaux agents qui permettent le passage des

(23) Trillat : *Compte rendu Acad. Sciences*, 157, 1913, p. 873-876 et 1547-1549. — 158, 1914, p. 518-521 et 1441-1444. — 159, 1914, p. 817-819. — 160, 1915, p. 153-156. — 170, 1920, p. 538 540. — 175, 1922, p. 328-331. — 176, 1923, p. 144-146; et *Bulletin Académie Médecine*, 119, 1938, p. 64-73.

particules sèches en particules aqueuses sont donc les agents ordinaires de condensation : froid, variation de la pression barométrique, de l'ionisation de l'air, etc...

LES PARTICULES HUMIDES sont formées par un noyau entouré d'une condensation de liquide. Le noyau peut être constitué par un sédiment minéral ou organique ; alors la particule dérive d'une particule sèche par le mécanisme que nous avons déjà envisagé. Ou bien le noyau peut être électrique formé d'un électron.

Les particules sèches ou humides tiennent en équilibre dans l'atmosphère avec lequel elles constituent un véritable colloïde ; c'est un aérosol qui fixe facilement des germes et donne alors un colloïde spécial que Trillat a appelé aérosol microbien.

Trillat a poursuivi une étude méthodique de ces aérosols. Il réalise des aérosols microbiens artificiels. Pour ce faire, il nébulise dans une cloche une suspension microbienne. Très rapidement après la nébulisation les gouttelettes les plus grosses sédimentent et tombent au fond. Il ne reste en suspension que les particules les plus fines ayant un diamètre inférieur ou égal à un micron.

Ces particules très fines sont régies par les lois des colloïdes et les plus petites d'entre elles présentent le mouvement Brownien.

Elles ne sont pas arrêtées par une filtration sur coton.

Autre conséquence de la petitesse des particules, c'est l'énorme surface que l'on réalise avec très peu de substance : Dix centigrammes finement pulvérisés

représentent une surface de plusieurs mètres carrés. Cette action de surface facilite dans une large mesure les contagions en augmentant les surfaces de contact et les possibilités de réaliser le contact entre l'aérosol et la surface de la plaie, des instruments chirurgicaux, bref de toutes les surfaces qui peuvent se trouver au voisinage de l'aérosol microbien.

L'aérosol microbien est tenu normalement en suspension par deux éléments principaux :

Le mouvement brownien et la répulsion électrostatique qui s'exerce entre les particules qui, étant toutes chargées de même signe, se repoussent les unes les autres.

Les particules microbiennes tombent de leur propre poids, mais elles tombent d'autant plus lentement que leur diamètre est plus petit. La vitesse de la chute est réglée par la formule de Stokes : qui montre que la vitesse de chute est proportionnelle au carré du rayon. Alors que le rayon diminue peu la particule tombe bien plus lentement. Cette formule montre aussi que la vitesse de chute dépend de la densité relative de l'émulsion par rapport à l'air. D'où l'importance de la densité de l'air.

Pratiquement Trillat a montré que la vitesse de chute dépend en outre :

- 1° de la dimension et de la nature du germe étudié;
- 2° de l'âge de la culture.

Un aérosol de grosse levure tombe en une heure, au contraire dans les mêmes conditions un aérosol de paratyphique met six heures à tomber. La vitesse de chute est très réduite pour certains germes. Un

aérosol de *bacillus prodigiosus* dans l'air tranquille tombe de 1 cm. en 10 minutes à 15°. Les virus fil-trants et les microbes très fins peuvent rester très longtemps en suspension dans l'air si les particules sont très réduites.

Le froid peut, si la concentration en vapeur d'eau est grande, c'est-à-dire si le degré hygrométrique est élevé, amener la condensation de cette vapeur sous forme de gouttelettes. A tel point qu'une surface froide apparaissant dans une salle d'opération humide peut tout à coup ruisseler d'une véritable culture microbienne. Il suffit d'introduire une boîte d'instruments froide pour la voir se recouvrir aussitôt de buée. Il ne faudrait pas croire que la dessiccation de l'air soit un remède certain ; en effet, la dessiccation de la sphérule humide amène sa diminution de volume et elle reste plus longtemps en suspension, mais elle est véhiculée par l'air et le risque de contamination subsiste.

En outre, la variation du degré hygrométrique entraîne une modification du coefficient de viscosité du milieu, ce qui modifie aussi la vitesse de chute.

On pourrait croire que la diminution de la pression barométrique aboutit au même résultat. En réalité, la diminution de la pression barométrique non seulement entraîne l'évaporation de l'eau et la diminution de la température, mais elle a une action beaucoup plus grave : la dépression fait dégager de la terre, des planchers, des murs et même de la surface cutanée des assistants des produits gazeux : les gaz aliments,

qui, ainsi que l'ont montré Trillat (24) et Bousquet, favorisent la vitalité des germes en suspension dans l'air et dans l'eau. Il y a d'ailleurs longtemps que l'on avait constaté empiriquement l'action favorisante des temps orageux sur la vitalité des microbes. En particulier le lait se coagule plus vite quand la pression barométrique est basse (Trillat). Ces gaz aliments transforment le liquide englobant le germe en milieu nutritif, de sorte que si le microbe sec est souvent mort, le microbe inclus dans la sphérule humide peut non seulement vivre, mais proliférer, se multiplier et même se développer à partir des spores qui peuvent s'y trouver. Ces gaz proviennent des exhalaisons humaines (voies respiratoires, voies digestives, peau) et de la fermentation des matières organiques apportées par les chaussures, les vêtements. Il faut donc, pour les éviter, que le personnel opératoire quitte chaussures, vêtements de ville, etc... avant de pénétrer dans la salle d'opération. De même, pour éviter ceux provenant de la peau, il y aurait intérêt à se soumettre, avant une séance opératoire, à des soins de toilette minutieux, tels que la douche savonneuse [Frédet et Trenel (25)].

L'aérosol microbien étant maintenu en équilibre par la répulsion électrostatique des gouttelettes chargées d'électricité de même signe, l'ionisation en rendant l'air conducteur amène la décharge du système et, par suite, la précipitation des gouttelettes.

(24) Trillat : *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 119, 1938, p. 64-73.

(25) Fredet et Trénel : *C. R. Acad. Chirurgie*, 64, 24 février 1938, n° 7.

Le gros danger des aérosols microbiens, c'est leur énorme pouvoir de dispersion. La répulsion électrostatique, le mouvement brownien, les mouvements tourbillonnaires de l'air sous l'influence des différences de température provoquent un véritable brassage. L'expérience le confirme. M. Trillat a réalisé l'expérience suivante. Dans une salle de 800 mètres cubes et de 17 mètres de long, il nébulise à l'extrémité par le trou de la serrure quelques décigrammes de *Bacillus prodigiosus*. En moins de deux minutes, le bacille est parvenu à l'autre extrémité. Une expérience analogue fut faite à l'air libre dans une cour de l'Institut Pasteur et montra la facile dispersion de la culture.

En somme, si les poussières sèches semblent assez peu dangereuses, car les microbes inclus sont souvent morts, les microbes inclus dans les sphérules humides, à cause de leur facilité de dissémination, de leur possibilité de développement grâce aux « gaz aliments », du danger de la condensation sur les parois froides, constituent les agents les plus actifs de contamination.

PROCEDES EMPLOYES POUR STERILISER L'AIR DES SALLES D'OPERATION

Ainsi l'expérience montre que l'air des salles d'opération contient des germes microbiens le plus souvent sans danger, mais qui, dans certaines circonstances, sont susceptibles de devenir virulents et d'être la cause d'infections chirurgicales :

Cette septicité de l'air est causée :

1° Par les germes qui existent en suspension. La salle d'opération est le théâtre d'interventions plus ou moins septiques (même les salles aseptiques). Elle devient par les pollutions qui s'en suivent un milieu particulièrement septique. Cette septicité se maintient continuellement entre les interventions, si l'on n'a pas soin de désinfecter la salle, et elle constitue ainsi *la septicité initiale ou rémanente* ;

2° L'apport de nouveaux microbes augmente la contamination pendant les séances opératoires :

a) les personnes, véhicules ou matériel venant du dehors et qui pénètrent dans la salle d'opérations soit avant, soit pendant l'intervention, introduisent de nouveaux germes ;

b) des germes émanant des voies respiratoires, digestives, etc..., des personnes qui sont dans la salle, contribuent à cette pollution ;

c) il faut tenir compte également du déplacement des poussières, par le mouvement des personnes, le fonctionnement des appareils de ventilation, de chauffage, etc...;

3° la présence de l'eau qu'on trouve sous forme de vapeur, de « gouttelettes de Flugge » et des « gouttelettes de Trillat » doit retenir toute notre attention à cause des « gaz-aliments » où les germes prolifèrent et peuvent ensuite pénétrer par les voies respiratoires, les plaies, ou se déposer sur le matériel et les instruments qui vont ensuite contaminer indirectement la plaie. Ces gouttelettes de Trillat peuvent se condenser brusquement en raison des variations thermiques ou électriques sur les parois de la salle ou les instruments.

★★

Pour exécuter une opération sans infection exogène de la plaie, il faut donc stériliser complètement le milieu opératoire.

Stériliser une salle d'opération, c'est détruire l'ensemble des germes et maintenir l'asepsie. Pour cela, il faut supprimer les foyers susceptibles de faciliter leur développement, c'est-à-dire les poussières libres et, par une discipline appropriée, empêcher l'introduction de nouveaux germes et, si possible, par une désinfection continue, enlever les germes au fur et à mesure de leur introduction.

On peut donc envisager deux sortes de stérilisations:

1° La stérilisation initiale qui se propose de réaliser avant l'opération une stérilisation de la salle la plus parfaite possible, de manière à ce que, lors de

l'utilisation du groupe opératoire, tout soit stérile et que l'agitation de l'air ne soit pas une cause de contamination. Il ne faut pas perdre de vue que, seule une discipline excessivement stricte pourra maintenir cette stérilisation initiale. Cette discipline apparaît comme difficilement réalisable dans les services hospitaliers très fréquentés. Il faudra avoir recours à :

2° La stérilisation continue qui se propose d'enlever les microbes au fur et à mesure de leur introduction. On peut combiner cette méthode avec la précédente et compléter une stérilisation de base par une stérilisation continue.

I. — Stérilisation initiale

Destruction des bactéries par nébulisation

C'est le procédé le plus ancien. C'est celui qu'on appliqua aussitôt après que Pasteur eut montré la présence de germes dans l'air.

Lister, le premier, pulvérisa une solution phéniquée, puis Terrier (1), plus tard, pulvérise de l'eau distillée avec un jet de vapeur.

Quénu et Landel ont repris ces pulvérisations d'eau bouillie à l'aide d'un simple vaporisateur en supposant *a priori* que ces pulvérisations agissent d'une façon mécanique en entraînant les germes en suspension dans l'air, ce qui semble prouvé par le fait que l'air est aseptique après la pluie (A. Gosset, J. Gosset, P. Hauduroy).

Mais la pulvérisation d'une petite quantité d'eau distillée est insuffisante pour précipiter les germes aériens et ils concluent :

« Dans tous les cas, cette diminution du nombre des germes est fort limitée ».

Tuffier, l'année suivante, réalise des pulvérisations d'eau distillée avec des résultats semble-t-il plus encourageants.

(1) Terrier : *Revue de Chirurgie*, 10, 1890, p. 791.

La stérilisation par la vapeur a été reprise ces dernières années par Masmonteil (1). Il projette dans la salle de la vapeur à 120° qui crée un brouillard intense ; cette vapeur peut être ou non chargée de substances antiseptiques. Ce brouillard aspiré par un ventilateur passe sur une batterie réfrigérante où les gouttelettes d'eau ayant fixé les bactéries se condensent (action mécanique et physique et éventuellement chimique), l'air stérile est renvoyé dans la salle après réchauffage. L'air de la salle peut être également renouvelé si l'on fait communiquer l'aspirateur avec un conduit d'air frais. Le renouvellement de l'air et la stérilisation peuvent être effectués entre deux opérations. L'installation permet en plus de régler la température et le degré hygrométrique au gré du chirurgien. Ce procédé au dire de Masmonteil supprimerait 90 % des germes. Quoi qu'il en soit, il semble que cette humidité intense risque d'abîmer le matériel et en tout cas, le principal intérêt du procédé par pulvérisation, la simplicité est perdue. Il faut un appareil de chauffage, un réfrigérateur condenseur, un réchauffeur, des ventilateurs, etc...

★★

Pour réaliser l'asepsie par pulvérisations d'une manière plus simple, plusieurs auteurs avaient étudié l'emploi de substances antiseptiques.

Après Lister, qui employa le phénol, on a proposé le chlorure mercurique et les hypochlorites.

Lorsque Laveran et Vaillard eurent montré le pouvoir antiseptique des vaporisations de phénol, Mi-

quel, après avoir étudié une très grande quantité de substances antiseptiques, trouve une très grande valeur anti-microbienne au chlorure mercurique à 1 pour mille. Ce pouvoir bactéricide a donné lieu à de nombreuses controverses. En réalité, ainsi qu'on l'a montré, il faut tenir compte des grandes facilités de combinaisons des sels mercuriels avec formation de dérivés non antiseptiques.

Quénu et Landel après avoir essayé d'en pulvériser une solution pour aseptiser l'air de la salle d'opération, lui trouvent une action marquée, mais fugace. Et ils concluent : « Il ne faut considérer l'action apparente de cet agent antiseptique qu'avec les plus grandes réserves ».

Ils n'ont pas obtenu de meilleurs résultats avec une solution de phénol à 5 %.

Dans la suite de leur étude, les mêmes auteurs sont amenés à signaler l'action germicide des pulvérisations d'eau oxygénée sur les bactéries aériennes.

Mais ces pulvérisations présentent des inconvénients graves ; elles mouillent fortement le sol, les murailles, les objets qui se trouvent dans la salle et aujourd'hui où on utilise en particulier des appareils électriques délicats, cette humidité risquerait de provoquer des courts-circuits ou de détériorer rapidement ces instruments.

On ne peut songer à employer ici les hypochlorites, bien que Masterman (2) en ait montré les bons effets.

(2) A.T. Masterman : Air purification in inhabited rooms by spraying or atomizing hypochlorites. *J. Indust. Hygien, and Toxicol.*, 22, p. 278-288, avril 1938.

L'odeur, l'action irritante sur les voies respiratoires en font limiter l'emploi aux locaux inhabités.

**

De sorte que les expériences précédentes réalisées avec des dispositifs et des méthodes différentes, variant les procédés d'expérimentation nous montrent qu'aucun des produits préconisés ne réunit un ensemble de qualités qui permette d'en généraliser l'emploi.

La stérilisation initiale par le formol

L'idée n'est pas nouvelle et, depuis les travaux de Trillat sur la désinfection au formol dans les maladies contagieuses plusieurs auteurs l'ont essayée. On sait que la Formaldéhyde est un gaz qui semble surtout désinfecter en surface et que, lorsque les vapeurs atteignent une grande concentration, il se forme une polymérisation qui condense l'aldéhyde formique en polyoxyméthylène. Cette polymérisation a été empêchée par l'addition de différents produits : acétone, chlorure de calcium, glycérine, Menthol, etc...

Néanmoins, le formol demeure un bon procédé de désinfection, surtout si l'on a soin de le faire agir en présence de vapeur d'eau et de faciliter sa dissémination par un brassage d'air.

Le procédé semble tel quel difficilement applicable à la stérilisation des salles d'opération à cause de l'odeur et du pouvoir irritant du produit.

Lafolie (3) en a montré les bons effets. Ayant désinfecté la salle d'opération de Bordeaux avec la formaldéhyde la veille de l'opération, il ne recueille plus au lieu de 193 colonies que 17 cultures par boîte de Pétri en moyenne, parmi lesquelles se trouvent encore 13 staphylocoques blancs et 2 staphylocoques dorés. Mais Lafolie s'est trouvé considérablement gêné par l'odeur irritante du formol.

Récemment, Gudin (4), de Rio-de-Janeiro, a repris cette stérilisation au formol des salles d'opération. Le gros avantage du procédé de Gudin, c'est de rendre respirable ce milieu stérilisé et cela sans laisser rentrer d'air extérieur dans la salle. L'aldéhyde formique ayant agi le temps voulu, on commence la neutralisation de ce gaz toxique en faisant évaporer une dose d'ammoniaque exactement proportionnelle. On a ainsi en suspension dans l'air de l'hexaméthylène tétraminé et un excès d'ammoniac. L'atmosphère demeure irrespirable. Il faut faire disparaître l'hexaméthylène tétramine et l'ammoniac. C'est ce qu'il obtient en faisant barboter l'air dans une solution d'acide tartrique dans de l'eau distillée, stérilisée. L'hexaméthylène tétramine est soluble dans l'eau et l'ammoniac se transforme en tartrate également soluble.

Cet ensemble de réactions chimiques se réalise automatiquement au moyen d'un appareil placé dans la salle hermétiquement close, commandé de l'exté-

(3) Lafolie : Une opération aseptique. *Thèse de Bordeaux*, 1900.

(4) Gudin : *Presse Médicale*, 16 avril 1930; et *Bulletin Mémoire Société de Chirurgie*, 1935, p. 994 à 1020.

rieur et que Gudin (5) dénomme « stérilisateur total ». Il est constitué par deux ou quatre plaques d'un fourneau électrique sur lesquelles sont posés les ballons de verre contenant le formol et l'ammoniac et d'un réservoir contenant la solution d'acide tartrique au travers de laquelle on fait passer l'air au moyen d'une soufflerie électrique.

Cet appareil permet non seulement d'avoir de l'air stérile et respirable, mais d'avoir cet air automatiquement à une température et à un degré d'assèchement des plus convenables pour éviter les complications pulmonaires post-opératoires, la transpiration du malade et du chirurgien et la fatigue de celui-ci.

Gudin en arrive à supprimer toute stérilisation du matériel opératoire qui est soumis à l'aldéhyde formique, en restant exposé dans la salle. On peut ainsi, à son dire, arriver à stériliser parfaitement, en suivant des règles précises, tout le matériel susceptible d'être pénétré par les gaz. Ce procédé ne détériore nullement le matériel comme le fait la chaleur et conserve particulièrement bien les gants. Enfin, en une heure, on peut stériliser tout le matériel nécessaire à 5 ou 6 opérations avec un minimum de main-d'œuvre et le contrôle bactériologique de la stérilisation par le fait du prélèvement à l'air stérile est facile et précis. D'ailleurs, la stérilisation chimique permettrait de stériliser tout un matériel non stérilisable par la chaleur (moteurs électriques, appareil de Rayons X, aspirateurs, casques d'éclairage, appareil d'anesthé-

(5) *Presse Médicale*, 4 mars 1936, n° 79, p. 355-359.

sie, etc...) et qui est une source constante de contamination.

Pour pratiquer la stérilisation chimique du matériel opératoire, le principe de base est de l'exposer de façon à ce qu'il soit très facilement pénétré par les gaz. Une partie du matériel est exposée sur une étagère à filet. Les champs, les scaphandres, les draps sont suspendus. Les gants sont placés sur des mandrins percés, placés sur la canalisation de circulation d'air qui se fait entre les différents compartiments.

Les instruments préalablement bouillis dans du carbonate de soude sont exposés sur l'étagère à filet. Cela évite d'avoir à les désarticuler pour les stériliser chimiquement.

Gudin utilise une dose de 2 cc. de formol en solution à 40 % par mètre cube à stériliser à froid, et selon lui les cultures du *Bacille subtilis*, germe sporulé très résistant, sont tuées au bout de 3 heures. En stérilisation rapide avec 10 cc. par mètre cube ces germes sont tués en 45 minutes.

..*

A vrai dire, avant la guerre, certains chirurgiens, comme Gross et Pauchet, ont déjà vanté les mérites de la stérilisation au formol du matériel chirurgical. Chevassu (6), après en avoir obtenu pendant quelque temps de très bons résultats, à la suite d'une catastrophe opératoire en 1918, reprend alors scientifique-

(6) Chevassu : *Bulletin Mémoire Académie de Chirurgie*, 28 février 1917, p. 584-585; février 1918, p. 328; 1935, p. 1020.

ment l'étude de la stérilisation par les vapeurs de formol et constate que cette stérilisation est souvent « illusoire ».

Il l'explique par le fait que la stérilisation n'a lieu que là où les vapeurs pénètrent ; or, on peut être bien persuadé qu'elles ne pénètrent ni dans les articulations des ciseaux, ni dans les canelures des aiguilles de Reverdin.

« La stérilisation au formol est donc une stérilisation partielle, ce qui revient à dire que ce n'est pas une stérilisation réelle ».

Il semble donc qu'il vaut mieux n'utiliser le formol que pour stériliser la salle d'opération, en continuant à réaliser la stérilisation du matériel par les procédés habituels.

La désinfection de l'air par les produits aromatiques

Si de nombreux antiseptiques ont été proposés pour la désinfection des salles d'opération, malgré la valeur des uns et des autres, leur emploi courant n'a pu être généralisé.

Ces dernières années, on a préconisé dans ce but, des pulvérisations de diverses préparations à base d'huiles essentielles ou d'antiseptiques végétaux. Nous nous sommes proposés d'étudier les résultats que l'on peut attendre de cette méthode.

Avant d'aborder nos essais personnels qui seront traités dans la deuxième partie, il nous a semblé nécessaire d'exposer rapidement les propriétés antiseptiques

tiques des huiles essentielles et de leurs constituants.

Ce n'est pas d'aujourd'hui que l'on songe à aseptiser l'air à l'aide des parfums. Les fumigations antiseptiques ont été employées de tout temps. On raconte que c'est grâce à des fumigations aromatiques qu'Hippocrate réussit à limiter l'extension de la peste à Athènes, alors que tout avait été vainement tenté.

Plus près de nous, le Dr Cabanes rappelait avoir vu brûler du genièvre dans les hôpitaux parisiens pendant l'épidémie de variole de 1870. Le pouvoir anti-épidémique des vapeurs d'essences aromatiques est bien mis en évidence par l'histoire si démonstrative des girofliers de Ternate. Dans cette petite île de l'archipel Néerlandais des Moluques où les Hollandais avaient par spéculation détruit tous les girofliers, on vit apparaître plusieurs maladies épidémiques que l'on n'avait jamais observées jusqu'alors. Au ^{xix}^e siècle, les ouvriers parfumeurs présentaient une immunité remarquable contre les épidémies de choléra qui ravageaient Paris et Londres. Mais les plantes aromatiques, les essences et en général les produits naturels ont régressé devant les progrès de la synthèse chimique et il n'y a que quelques années que l'on revient aux antiseptiques essentiels. Ce fut d'abord l'essence de Mélaleuca, vulgarisée sous le nom de goménol qui a obtenu un grand succès.

Des études complètes et précises ont été alors systématiquement entreprises.

Après les premiers travaux d'Angus Smith (1869), de Petit (1872), d'O'Nial, de Gosselin et Bergeron (1879) (7), et ceux de l'école de Dorpat (1875), et en particulier de Bucholtz, Kuhn, Haberkorn, et surtout Jalan de la Croix (1881) (10), Koch (8), en 1881, publie une méthode rationnelle de mesure des actions antimicrobiennes et donne le résultat de ses recherches sur la bactériodie charbonneuse.

Miguel, en 1883, introduit dans sa thèse la notion de pouvoir infertilisant. Tous ces auteurs ont étudié divers antiseptiques, mais Chamberland (11) en 1887, s'occupe tout spécialement des huiles essentielles.

Il étudie l'action des vapeurs d'essence et des émulsions sur la bactérie charbonneuse et ses spores. Il détermine six essences particulièrement antiseptiques :

L'origan, la canelle de Chine, la canelle de Ceylan, l'angélique, le vespéto et le géranium d'Algérie.

Cadéac et Meunier (9), deux ans plus tard, déterminent le temps nécessaire aux essences pour tuer un microbe déterminé. Les expériences de Chamberland (11) sont poursuivies par Bouchard. Selon lui, la valeur thérapeutique des mélanges d'essences serait bien supérieure à celle du naphтол et dans son ou-

(7) Legendre, Barelle, Lepage : *Traité pratique d'antisepsie appliquée à la thérapeutique et à l'hygiène*, 2 vol., Steinheil, Paris, 1888.

(8) Koch : *Thèse Perrot*, Lyon, 1930.

(9) Cadéac et Albin Meunier : *Annales Institut Pasteur*, 1889, 3, 317-326.

(10) Jalan de la Croix N. : *Arch. für Exp. patholog. und pharmac.*, 1881, 13, 175-255.

(11) Chamberland : *Annales Institut Pasteur*, 1887, I, 153, 164.

vrage sur la thérapeutique des maladies infectieuses, il conclut que quelques-unes sont « aussi antiseptiques que les sels mercuriels ».

En 1893, l'ère du goménol commence. Bertrand vient d'en définir la composition et Forne (12) en étudie le pouvoir bactéricide. Guégen, Professeur agrégé de l'Ecole de Pharmacie de Paris, étudie son action et montre que s'il est très efficace contre le bacille d'Eberth, le staphylocoque doré et la bactériodie charbonneuse, il l'est moins contre le pyocyanique.

Ridéal et Walker (1903) définissent un coefficient comparant le pouvoir antiseptique de la substance étudiée à celui du phénol.

Martindale (13), en 1910, a classé les essences en prenant pour unité le pouvoir antiseptique du phénol. Il obtient pour le thymol un coefficient de 19,41 à 25,29, et pour l'essence de thym un coefficient de 13,38 à 14,85.

Ces deux produits se classent en tête des substances antiseptiques qu'il a étudiées :

Viennent ensuite : les essences de canelle, de romarin, de rose, de wintergreen, de lavande, de citron, d'amande amère, d'eucalyptus, de santal.

Clavel (14), dans une note présentée à l'Académie des Sciences par Haller (15), donne le résultat de son expérimentation portant sur les cultures ensemencées avec de l'eau d'égout. Il donne une longue liste,

(12) Forne : *Annales de l'Institut Pasteur* 1893, t. 7, p. 529-536.

(13) Martindale : *Pharmaceutical Journal*, 1910, 4^e série, 85, 668-670.

(14) Clavel : *C. R. Acad. des Sciences*, 1918, 166, p. 827-829.

(15) Haller : *Acad. des Sciences*, 21 mai 1918, 166, n^o 20, p. 827.

où nous remarquons le pouvoir infertilisant du thymol, suivi des essences de thym, d'origan, de portugal, de verveine, de canelle, de rose, etc...

Généralement, en pratique, les essences ne sont pas employées pures, on les utilise en solutions, en mélanges, émulsions, etc...

Miller (16-17) de l'Institut de recherches du Collège de Pharmacie de Philadelphie, a essayé des solutions d'essences dans un mélange d'alcool, de glycérine, de savon et d'eau, et, dans certains cas, il ajoute à ce mélange de la prestone (diéthylène glycol).

Les résultats obtenus (exprimés en coefficient phénol) mettent en évidence le pouvoir antiseptique des corps suivants : *Thymol*, β *naphtol*, eugénol, menthol aldéhyde cinnamique, canelle de Chine, canelle de Ceylan, sassafras, lavande, safrol, salicylate de méthyle, eucalyptol, anethol.

L'auteur américain a eu soin, dans tous les cas où le prestone entrerait dans le mélange de déterminer le pouvoir bactéricide du solvant seul, car ce prestone possède une certaine action antiseptique.

L'auteur a également montré que le thymol en solution à 2 % après une dilution au 1/25^e détruit encore les bactéries en 2 minutes, le β naphtol en solution à 2 % dilué au 1/5^e détruit les bactéries en 4 minutes, de même l'eugénol en solution à 4 % après une nouvelle dilution au 1/5^e (expériences sur le staphylococcus albus).

(16) Miller : *J. Pharmacie*, 103, p. 324.

(17) Miller : *Parf. moderne*, 105.

Si ces travaux confirment sur certains points la valeur antiseptique des essences déjà étudiées par Martindale, ils en diffèrent sur nombre de points. Il y a donc lieu d'envisager des études plus précises et c'est ce que MM. Morel et Rochaix ont réalisé. Ces auteurs distinguent : d'une part l'étude de la dose infertilisante déterminée en ajoutant l'antiseptique au milieu et, d'autre part, le pouvoir antiseptique étudié par la méthode de Koch.

Nous ne pouvons rapporter ici tous les travaux considérables de ces auteurs, et de leurs collaborateurs. Nous ne citerons que ce qui a trait aux essences utilisables pour nos essais.

MM. Morel et Rochaix et leurs élèves ont utilisé la méthode de Koch dite au « fil ».

L'activité des huiles essentielles agissant à l'état liquide s'échelonne dans l'ordre suivant : *Thym*, citron, genièvre, menthe, goménol, orange, citronnelle, girofle, lavande, romarin, bergamotte, eucalyptus, santal, anis, badiane.

Sur le méningocoque et à peu de chose près l'ordre reste le même, pour le staphylocoque et le diphtérique.

Notons dans tous ces travaux le pouvoir antiseptique considérable du thymol et de l'essence de thym, que l'on peut mettre à profit pour la désinfection (Philip, Kuhn) (18-19).

Ce pouvoir considérable *des essences de thym et du thymol* se retrouve également dans les résultats

(18) C. Philip : 1930, *Archiv. hygiène*, 105, p. 15.

(19) Kuhn : *Archiv. Hygiène*, 1030, 105, 18-28.

obtenus par MM. Morel et Rochaix (20) et A. Chevalier dans l'étude de l'action antiseptique des essences employées à l'état colloïdal, mais ici on trouve une diminution considérable du pouvoir infertilisant des essences quand elles passent de l'état moléculaire à l'état micellaire. Le contact entre le microbe et l'antiseptique est moins étroit, ce qui explique cette diminution.

Voici le tableau résultant de leurs expériences :

Doses infertilisantes vis-à-vis		
1° Essence de Thym :	du Bacille	du staphy-
à thymol.	d'Eberth :	locoque :
Etat moléculaire.	0,15/1.000	0,15/1.000
Etat colloïdal.	1/1.000	1/1.000
2° Essence de Thym :		
à carvacrol,		
Etat moléculaire.	0,7/1.000	0,7/1.000
Etat colloïdal.	2/1.000	2/1.000
3° Essence d'eucalyptus		
citriodora :		
Etat moléculaire.	0,50/1.000	0,50/1.000
Etat micellaire.	0,75/1.000	0,75/1.000

Enfin, dans les études de Morel, Courmont et Bay (21) sur l'action des essences sur le bacille tuberculeux, les auteurs retrouvent l'action antiseptique du

(20) Morel et Rochaix : *C. R. Société Biol.*, 1927, I, p. 1311.

(21) Courmont Morel et Bay : *Comptes rendus Société Biologie*, 1928, tome 99, p. 1742.

(21) Courmont, Morel et Bay : *Comptes rendus Société Biologie*, 1927, tome 96, p. 1313; 1928, tome 97, p. 318.

thymol, qui vient immédiatement après l'eugénol et qui est suivi par la lavande, l'aspic, l'hysope, et la marjolaine qui ont une activité sensiblement analogue entre eux, tandis que *l'essence de thym à thymol est beaucoup plus active*.

Après avoir envisagé le pouvoir antiseptique des essences à l'état liquide, nous devons envisager aussi l'action bactéricide des essences à l'état de vapeurs.

Les expériences de MM. Morel et Rochaix par la méthode au fil de Koch, ont donné l'ordre suivant pour le pouvoir antiseptique des vapeurs sur le méningocoque :

Citron, *Thym*, Orange, bergamotte, menthe, genièvre, citronnelle, goménol, lavande, romarin, eucalyptus, badiane et santal. L'ordre est peu différent pour le bacille d'Eberth et le staphylocoque. Quatre essences peuvent, par leurs vapeurs, dans les conditions d'expérience, tuer le bacille d'Eberth en moins d'une heure ; ce sont : celles de citron, *thym*, de genièvre et d'orange. Les résultats sont moins satisfaisants pour le staphylocoque, et elles sont sans action sur le bacille diphtérique.

Ce qui semble déterminer cet ordre, c'est surtout la teneur en terpènes qui est étroitement liée à la volatilité des essences. Cet ordre est presque exactement celui de la *teneur en terpènes* des produits envisagés. Cela ne veut pas dire que, dans le problème par-

(22) Morel et Rochaix : *Société de Biologie*, 1921, tome 2, p. 861, et dans le *Bulletin des Sciences pharm.*, 1925, p. 258.

ticulier qui nous occupe, il y ait intérêt à augmenter la volatilité des produits utilisés. En effet, malgré l'intérêt qu'elles présentent les expériences visent à la destruction des bactéries fixées sur un fil ou contenues à l'intérieur des poussières du laboratoire et soumises à l'action massive de vapeurs d'essence à l'intérieur d'une cloche. Elles ne sauraient servir de comparaison avec les pulvérisations dans l'atmosphère. Dans ce cas, l'action antiseptique est différente, et l'antiseptique agit probablement par contact direct entre la gouttelette antiseptique et la bactérie.

Il semble donc ainsi qu'il résulte des travaux pharmacologiques précis et des études de MM. Morel et Rochaix que les essences, au moins certaines d'entre elles et surtout leur principe actif : thymol, eugénol... jouissent de propriétés antiseptiques particulièrement marquées qui justifient leur utilisation dans l'antiquité et méritent de larges essais dans la stérilisation de l'air des salles d'opération.

II. — La stérilisation continue

La stérilisation initiale qui consiste en principe à obtenir à un instant donné l'asepsie de tout un groupe opératoire, exige pour se maintenir l'asepsie du matériel, l'asepsie du patient, de l'opérateur et de ses aides, l'asepsie de la salle d'opération et des salles annexes. Cette théorie ne vaut qu'autant que la stérilisation est effectivement totale dans l'espace et dans le temps.

Cela est-il possible ?

Peut-on répondre d'une installation étanche ? Est-on sûr qu'il ne sera pas nécessaire d'utiliser les portes qui donneront accès, quel que soit le nombre des salles stérilisées du groupe opératoire, sur une salle non stérilisée, voire sur un couloir riche en microbes virulents ?

Dès que l'on travaille à l'intérieur du groupe opératoire tout devient agent de pollution, les mouvements, la respiration, la transpiration, les sécrétions normales et pathologiques des personnes présentes.

L'air stérile à l'origine, se pollue rapidement avec le temps et la stérilisation ne se maintient pas.

Pour que l'air reste stérile pendant toute la durée de l'acte chirurgical, il faut que tous les germes susceptibles de naître ou de pénétrer dans la salle d'opération soient immédiatement détruits et c'est là, le but de la stérilisation continue et permanente. Dès lors, si la salle n'est pas étanche (et c'est le cas de la plupart des salles non construites spécialement), s'il y a

faute dans la discipline que doit observer le personnel assistant à l'acte opératoire, si plus généralement et pour une cause quelconque l'air est pollué, cet air sera immédiatement neutralisé.

Pour être efficace et pratique, la stérilisation continue doit être rapide. Autrement dit, le procédé de stérilisation pour être suffisamment efficace ne doit pas être progressif, mais instantané et l'appareil qui transforme l'air pollué en air stérile, doit avoir un grand débit. Conçu selon ce principe l'appareil de stérilisation, si l'on ne fait pas une stérilisation de base par un autre procédé, présentera le très grand avantage de préparer rapidement une salle; quelques minutes avant une intervention, suffiront à réaliser la stérilisation initiale.

Elle ne doit pas diminuer le confort du chirurgien. Le fait même que la stérilisation a lieu pendant les interventions, nous interdit l'emploi de produits toxiques ou irritants. L'appareil stérilisateur ne doit, en rien, gêner l'opérateur dans l'accomplissement de son travail, n'exercer sur ses sens aucune impression désagréable ou même distrayante. Tout mouvement d'air à l'encontre même d'une bonne stérilisation doit être évité, les gaz ou vapeurs désagréables seront pros- crits. Enfin, l'appareil doit être d'un fonctionnement silencieux. C'est pour répondre à ces desiderata que l'on est alors amené à appliquer des procédés physiques de stérilisation.

Le principe de la stérilisation continue est simple. On pompe l'air dans la salle d'opération, on le sté-

rilise, on le réinjecte dans la salle. Il suffit, pour cela, d'un ventilateur assez puissant pour que le débit du dispositif soit grand et que tout l'air de la salle passe dans l'appareil plusieurs fois par heure. De la sorte on est assuré que les microbes introduits seront rapidement détruits; ainsi l'air est stérilisé sur place, ses propres déplacements par les mouvements naturels de convection assurant le renouvellement des différentes couches.

La stérilisation continue, permet d'enlever les germes au fur et à mesure de leur introduction. Or les germes introduits proviennent en partie de l'extérieur et pénètrent, lors de l'ouverture et de la fermeture des portes. Certes, on peut réduire les chances de contamination en prévoyant une série de cas stériles, mais un principe plus séduisant consisterait à empêcher l'air d'entrer, en réalisant dans le milieu opératoire une légère surpression de l'ordre de quelques millimètres d'eau. De la sorte ce n'est pas l'air extérieur septique qui entre, mais l'air intérieur stérile qui sort. La contamination se trouve considérablement réduite.

La réalisation de la surpression est facile. Il suffit de prévoir une prise extérieure dans les appareils à stérilisation continue. Cet apport d'air extérieur réalise également un lavage de la salle en air pur, qui permet d'éviter la pollution chimique de l'air qui comme l'ont montré Sénéchal (23), Kohn, Abrest

(23) Sénéchal, Kohn-Abrest et Capus : *Presse Médicale*, 1937, 84, p. 1471.

et Capus, est plus importante qu'on ne se l'imagine. Alors que dans un couloir pris comme témoin, la concentration en CO_2 est constante et de 0,02 %; dans la salle, même après nettoyage, six heures après son utilisation, la concentration en CO_2 est de 0,125 % et pendant les opérations, elle atteint jusqu'à 0,307 %, soit dix fois plus que la normale. De plus, si l'on ne trouve pas de chloroforme, ni de chlorure d'éthyle, on trouve pas mal d'éther (nettoyage des plaies, pansements, etc...)

Le ravitaillement en air stérilisé aurait l'avantage de maintenir constante, la composition de l'atmosphère opératoire.

Pour obtenir une bonne sécurité dans le fonctionnement du dispositif de surpression, il y a lieu, dans les cas où c'est possible de rendre la salle hermétique et de prévoir une vanne automatique de sortie d'air, maintenant automatiquement la surpression à 4 ou 5 mm. d'eau. Un système de voyant électrique peut permettre un contrôle aisé de cette surpression.

Le filtrage simple

L'étude du renouvellement de l'atmosphère en air stérile fait immédiatement songer à l'emploi de filtres. On peut, si l'on ne tue pas les microbes, stériliser complètement l'air en en retirant tous les microbes vivants.

Aux U.S.A. ainsi que le font remarquer Hayhurst, Brown et Kahn (24), on emploie souvent un fluide

(24) E.R. Hayhurst, A. Brown et R. Kahn : *J.A.M.A.*, novembre 1937, 109, 1802-1806.

visqueux tel que l'huile, pour retenir et collecter la poussière. Le principe de ces filtres à air est de faire passer le gaz à travers une série de surfaces de déflexion habituellement en métal qui sont recouvertes d'huile. L'air passe, les matières étrangères adhèrent au film visqueux. Quand ces filtres sont colmatés, on les enlève, on les nettoie, et on les rehuile. Certains peu coûteux peuvent être plus simplement changés.

On peut rapprocher des systèmes de filtres les appareils qui lavent l'air. Ils ont la même action qu'une pluie d'orage sur l'atmosphère. Les gouttelettes pulvérisées, mises en contact avec l'air, forment un fin brouillard. L'air se trouve en contact intime avec l'eau. A la sortie du laveur un système de plaques en chicanes, oblige l'air à changer violemment de direction, si bien que les gouttes d'eau se trouvent séparées de l'air à cause de leur inertie.

Hart a essayé un système de ce genre. Le taux bactérien pût être considérablement réduit, et la contamination de l'air diminua de 60 à 80 %, mais il persistait des cas d'infection de temps à autre.

C'est que les systèmes de filtres de différentes sortes (coton, papier, séparateurs à colmatage, billes huilées) peuvent diminuer le nombre des bactéries, mais ne donnent pas de l'air strictement stérile.

En effet, les sphérules humides sont rebelles aux moyens mécaniques. On n'en purge pas l'air en le faisant barboter dans l'eau, dans l'huile, dans la glycérine, ou en lui faisant traverser les méandres de billes huilées ou glycélinées. La filtration sur co-

ton n'est pas efficace. M. Trillat ⁽²⁵⁾ a constaté que si les germes secs (*B. prodigiosus*, *B. subtilis*, *Aspergillus niger*), sont arrêtés par un filtre de coton de 25 cm d'épaisseur (10 grammes de coton tassé dans un tube de 5 mm. de diamètre) les gouttelettes microbiennes de *B. prodigiosus* traversent en 5 minutes.

D'ailleurs en théorie, un filtre idéal n'aurait pas besoin d'épaisseur, car si l'on admet qu'un microbe tenu est capable d'en franchir une partie, ce n'est pas en augmentant l'épaisseur de ce filtre qu'on l'empêchera de passer, c'est une question de temps.

En outre, la matière filtrante doit être détruite, car retenant par sa nature même, un amas considérable de microbes qui peuvent encore se multiplier, sa manipulation en cas de nettoyage deviendrait dangereuse.

On nous a signalé des études poursuivies dans une autre voie, pour la réalisation d'un filtre excessivement serré, établi sur le type des filtres à arsines des appareils de protection contre les gaz de combat. Nous signalons ces travaux, mais il nous semble que ces filtres doivent demander une très grande surface et risquer un colmatage rapide.

En raison de tous ces inconvénients, les filtres actuellement ne sont utilisés dans les appareils de stérilisation que pour arrêter les particules les plus grosses, la stérilisation proprement dite s'effectuant par d'autres procédés plus actifs.

(25) Trillat : *Compte rendu de l'Académie des Sciences*, 1923, 176, p. 144-146.

La précipitation électrique des poussières et des bactéries

Dès 1905, l'Américain Cottrel (26) mettait au point un procédé électrostatique pour la précipitation des fumées industrielles. Il consiste essentiellement à faire cheminer lentement l'air à travers des tubes métalliques étroits, dans l'axe desquels est disposé un fil métallique isolé électriquement du tube. Le fil axial est mis en connexion avec le pôle négatif d'une puissante source continue d'électricité à haute tension, qui permet de le porter à un potentiel de 25.000 à 100.000 volts. Le pôle positif de la source et les tubes sont reliés à la terre. Au cours du passage dans le tube les molécules gazeuses sont ionisées, les particules matérielles se portent sur les ions négatifs et vont se précipiter sur la paroi du tube qui agit comme électrode positive. Le procédé est très efficace puisqu'avec de bons appareils on arrive à retirer de l'air jusqu'à 99 % des particules qui composent les fumées.

Deux physiciens, MM. Pauthenier et Volkringer (27), ont eu l'idée d'employer la même méthode pour éliminer les microbes de l'air. Dans les expériences faites avec *B. prodigiosus*, ils ont observé que, à condition que le champ électrique soit supérieur à 3.000 volts/cm., les microbes précipités sont morts. En effet, en plaçant à l'intérieur du tube un tube de verre

(26) Cottrel, cité d'après Fabre (R.) et Kahane (E.) : *Revue méd. française*, 1936, p. 705-722.

(27) Pauthenier H. et Volkringer H. : *C. R. Acad. des Sciences*, 202, 1936, p. 250-252.

recouvert de gélose nutritive que l'on place ensuite à l'étuve, on n'observe de colonies que dans le premier centimètre du tube alors que l'air n'est pas encore ionisé. Le tube ayant 30 cm. de longueur, les 29 autres centimètres sont vierges de colonies. Ils pensent que la vitalité des germes est détruite, soit par ionisation suivie de décharge des ions, soit par le champ électrique intense, soit encore par action de la lumière U.V., due à l'effet couronne. En opérant en atmosphère d'azote les microbes sont tués, ce qui exclut la possibilité de l'action de l'ozone qui est produit en assez grande quantité par l'appareil et qu'il faut éliminer par un procédé approprié, par exemple en faisant passer l'air après désinfection sur un filtre de charbon actif.

Ce système n'est pas exempt d'inconvénients : l'encrassement des électrodes réceptrices dû à l'épaisseur des dépôts accumulés produit des perturbations (court-circuit); aussi a-t-on essayé de prévenir cet encrassement. On y parvient en faisant passer l'air dans un brouillard d'eau (Van Steenbrugghe et Feldenkrais) (28). Celui-ci joue le rôle de préfiltre en colmatant la majeure partie des poussières en suspension. Mais les gouttelettes d'eau plus fines sont entraînées avec la veine d'air dans l'appareil proprement dit et viennent se plaquer contre les électrodes, en même temps et au même titre que les poussières encore en suspension. Le ruissellement constant qui

(28) Henri Van Steenbrugghe et Feldenkrais.: *Le Bloc chirurgical stérile*, H. de Pierrepont. Maloine, édit.

s'en suit, assure le nettoyage automatique des électrodes au point précis où il est nécessaire.

En réalité, tout en reconnaissant l'ingéniosité de ce véritable lavage automatique des électrodes, il y a là une complication certaine.

Une solution qui nous semble particulièrement simple, c'est celle du préfiltre en coton. Comme les particules volumineuses et inégales s'ionisent mal, et par suite ne sont pas toujours précipitées, on peut faire précéder le passage de l'air dans les tubes par une filtration sur coton. On brûle le coton, lorsqu'il est sale et on le renouvelle.

La stérilisation de l'air par les rayons ultra-violets

Différents auteurs ont essayé de réaliser l'asepsie opératoire en utilisant les propriétés abiotiques des rayons ultra-violets. Deux procédés principaux ont été envisagés : On peut irradier directement le champ opératoire ou faire passer l'air de la salle à travers un appareil à l'intérieur duquel il est soumis à un rayonnement ultra-violet qui l'aseptise.

Cette utilisation des rayons ultra-violets est justifiée, car ils jouissent de propriétés bactéricides telles que Saidman (29) a pu dire : « Il n'y a pas d'exemple que l'ont n'ait pas tué des microbes avec des U.V. en procédant avec une bonne technique dans un milieu transparent ».

(29) Saidman J., *Les rayons ultra-violets en thérapeutique*. Doin et Cie, édit. Paris, 1928.

L'action bactéricide du soleil connue depuis longtemps est due à la portion ultra-violette du rayonnement solaire qui descend jusqu'à 2.920 Å°.

De nombreux travaux ont été effectués pour déterminer les conditions optima d'action sur les bactéries.

Ce sont surtout les courtes longueurs d'onde qui ont un effet de destruction cellulaire et une action bactéricide ainsi que Bié (30) le signale dès 1905 et le pouvoir augmente quand la longueur d'onde diminue. (Hill (31), Dixon et Colebrook, Hertel (32) (1905), Chauchard, Coblentz et Fulton (33) (1924).

Mais lorsqu'on diminue la longueur d'onde, l'activité croît jusqu'à un maximum, situé vers 2.800-2.540 Å° selon Raybaud (34) (1909) et Browning et Russ (35) (1926); vers 2.750 pour Mashimo (36), vers 2.283 pour Hutchinson et Newton (1930), vers 2.800-2.100 pour Newcome (37) (1927).

Les études plus récentes de Gates (38) (1929), sur le staphylocoque doré et le *B. coli* fixent ce maximum d'action vers 2.600 Å°. Tandis que Ehrisman et Noethling (39) (1932), puis Wickoff (40) (1932) et Oster (41) (1934), fixent d'une façon précise le maximum d'action bactéricide sur la longueur d'onde de 2.650 Å°.

(30) Bié V. : *Mitt. Fuisens's Med. Lysinst.*, 1805, 9, p. 5-74.

(31) Hill L. : *Nature*, London, 1925, p. 642.

(32) Hertel E. : *Zeit. All. Physiol.*, 1905, p. 95-122.

(33) Coblentz et Fulton : *Scient. Papers Bue stand*, 1924, 19, p. 641-680.

(34) Raybaud L. : *C. R. Acad. Sciences*, 1909, p. 634.

(35) Browning et Russ : *Proc. Roy. Soc.*, 1917, 90, p. 33-39 et 107.

(36) Mashimo : *Mém. Coll. Sc. Kyoto*, 1219, p. 1-11.

(37) Newcomer : *Journ. Exp. Med.*, 1927, 26, p. 841-848.

(38) Gates : *Journ. Gen. Physiol.*, 1929, 13, p. 231-260.

(39) Ehrisman et Noethling : *Zeit Hyg.*, 1932, 113, p. 597-628.

(40) Wychoff : *Journ. Gen. Physiol.*, 1932, 15, p. 351-361.

(41) Oster : *Journ. Gen. Physiol.*, 1934, 18, p. 71-78, 243-250 et 251-254.

On peut conclure de ces résultats expérimentaux que sont surtout actives les longueurs d'ondes inférieures à 3.000 Å° avec une activité toute spéciale de la région 2.500-2.650 Å° du spectre.

Il suffit dans ces conditions de faibles doses de rayons pour tuer les bacilles, tandis que des quantités inférieures à la dose mortelle gênent la bactérie dans son développement. Elle forme alors de nouvelles souches transmissibles par repiquage qui ne redonnent le germe initial que par passage à l'animal (Mme et V. Henri ⁽⁴²⁾ sur bacillus anthracis, 1914) (Raybaud ⁽⁴³⁾, Schultze) ⁽⁴⁴⁾.

Il faut pour stériliser une intensité suffisante (Johnson, 1932; Biancani 1928), et lorsque celle-ci augmente, l'action bactéricide croît plus vite que l'intensité. (Hertel, 1905; Gates, 1929) (Coblentz et Fulton, 1924, sur B. Coli).

Pratiquement Henri et Cernovodeanu et Recklinghausen, puis Lansen et d'autre part, Chatin et Nicolau ont montré que des irradiations de quelques secondes suffisent à tuer le staphylocoque, le vibron cholérique, le bacille d'Eberth, le B. coli, le pneumobacille, le bacille tétanique, le B. subtilis, etc...

Ainsi les rayons ultra-violets détruisent la plupart des germes en quelques secondes et semblent un excellent moyen de stériliser l'air. On peut en utiliser facilement les propriétés bactéricides.

Il y a d'ailleurs longtemps que l'on utilise les propriétés stérilisantes des ultra-violets de courte lon-

(42) Henri et Mme : C. R. Acad. Sciences, 1914, 169, p. 143.

(43) Raybaud : C. R. Acad. Sciences, 1909, p. 634.

(44) Schultze : Zeit. Rot. Cent., 1910, 25, p. 30-80.

gueur d'onde pour la stérilisation de l'eau qui peut parfaitement s'effectuer au moyen de la lampe en quartz à vapeur de mercure (Nogier).

On a cherché à étendre cette stérilisation à d'autres liquides. Mais il convient de tenir compte des possibilités de pénétration des rayons U.V. relativement à la constitution chimique du milieu (Vallet) (45), pénétration qui dépend de la longueur d'onde; or, comme la longueur d'onde active au point de vue bactériologique est courte (Burger) (46) et que beaucoup de corps sont opaques aux U.V. courts, l'application de ce procédé est limitée.

Par contre pour stériliser l'air, les U.V. représentent un procédé de choix.

Dennington (47), parlant récemment à la Canadian section of the American Institute, préconise l'emploi des irradiations pour purifier l'air.

Rappelant que le pouvoir bactéricide de la lumière solaire est dû au rayonnement ultra-violet de courte longueur d'onde, et constatant que les radiations les plus actives se trouvent dans la région de 2.537 angströms et jusqu'à 2.000 et même plus bas, il préconise en chirurgie, l'emploi de lampes d'un verre spécial, contenant une basse pression de mercure, avec une petite quantité de gaz inerte, tel que l'argon ou le néon pour réduire le voltage d'allumage.

(45) Vallet : *C. R. de l'Acad. des Sciences*, tome 150, p. 632-634. Paris, 1910.

(46) Burger : *The Bulletin of basis Science Research*. Cincinnati, 2, 1928, p. 46-54.

(47) Dennington : *Heating piping and air conditionning*, vol .10, n° 1, et *Journal of the Franklin Institute*, March 1938, p. 350.

On trouvera dans les travaux de Barnes (48), de Forsyke (49), de Battolph (50), des renseignements sur ces sources.

Rentschler et James (51) arrivent à des conclusions analogues; ils ont décrit à une récente assemblée de l'American Institute, l'emploi de tels tubes pour stériliser le champ opératoire. Utilisant des tubes de un mètre de long, consommant environ 25 watts, ils ont constaté qu'une demi-douzaine de ceux-ci placés au voisinage de la table d'opération suffisent pour tuer les micro-organismes et pour entourer le malade d'une atmosphère stérile.

Ces résultats se trouvent confirmés par Hart (52). Il applique les ultra-violets sous forme d'irradiations. Le chirurgien et ses aides sont protégés par des vêtements fermés, des gants et des lunettes spéciales.

Il montre qu'à 1 m. 50, on a une destruction totale des bactéries. Entre 2 m. 50 et jusqu'à plusieurs mètres un grand nombre de bactéries sont détruites. Selon cet auteur on observerait des résultats opératoires améliorés, des suites opératoires meilleures et plus courtes, et il n'a jamais été constaté aucune brûlure.

(48) Barnes : *Journal of optical society of America*, 1934, p. 147-148.

(49) Forsyke, Barnes et Easley : *Journal of optical society of America*, 24, 1934, p. 178-182.

(50) Battolph : *Review of scientific and Lighting*, vol. 29, n° 8, août 1936, p. 170.

(52) Hart : *J.A.M.A.*, 1937.

(52) Hart et Gardner : *Transaction of South S.A.*, 1936, 49, 376-402, 1937.

Journal of thoracic Surgery, 7, 525-535, juin 1938.

Cette question des érythèmes est de première importance. Ce sont surtout les grandes longueurs d'onde qui ont une action érythémale (Hausser, Latarjet) (53) et les tubes utilisés donnent presque exclusivement des rayons de courte longueur d'onde. Aussi Hart, a constaté que dans les conditions d'utilisation il fallait plus d'une heure d'irradiation sur des sujets particulièrement sensibles pour obtenir un érythème.

On peut donc semble-t-il, à condition de protéger le chirurgien et ses aides qui sont exposés plus longtemps, pratiquer les irradiations des opérés sans danger de brûlure.

(53) R. Latarjet : *Thèse doct. Sciences*. Lyon, 1937, Edit. Bosc et Riou.

DEUXIEME PARTIE

TRAVAUX PERSONNELS

Dans ce travail nous nous sommes proposé d'étudier les possibilités de contamination du champ opératoire par l'air, et après en avoir déterminé la septicité lors de l'utilisation normale de la salle, nous avons essayé de réaliser une désinfection initiale de cette salle par des pulvérisations antiseptiques.

Nous avons établi lors de nos essais de désinfection une formule d'antiseptique liquide actif. Par diverses expériences nous avons voulu nous rendre compte de l'influence de la désinfection du sol et de l'agitation de l'atmosphère de la salle, sur la septicité de l'air.

Devant les résultats obtenus par la simple désinfection initiale, même complétée par la désinfection du sol, nous avons été amenés à réaliser une désinfection continue par un appareil utilisant l'action bactéricide des rayons ultra-violets.

Avant de conclure, une critique générale et une comparaison avec les travaux antérieurs permettront de situer exactement ces recherches et d'en avoir une vue d'ensemble.

Méthodes d'étude

L'analyse de l'air ne représente pas une recherche très courante en pratique bactériologique. Il existe plusieurs types de méthodes :

1° MÉTHODE PAR ASPIRATION :

Les appareils utilisés par le « bactériologiste » ont recours à l'aspiration. On utilise pour les faibles volumes l'aspirateur à eau des chimistes ou de grands flacons à écoulement d'eau, le volume d'eau écoulé indique le volume d'air introduit. Pour les volumes plus importants, on est obligé d'utiliser la trompe à eau ou les aspirateurs mécaniques. Il faut alors utiliser un compteur à gaz.

a) *On peut recevoir les microbes sur un milieu solide.* — Citons dans ce genre, le tube de Hesse. Ces procédés sont très imparfaits et laissent échapper beaucoup de germes.

b) *La filtration sur bourre*, formant filtre, donne déjà de meilleurs résultats. Elle a en particulier, l'avantage de pouvoir être utilisée même lorsque les cultures ne peuvent être faites qu'un certain temps après le prélèvement. Mais nous avons vu à propos de travaux de Trillat, que les germes peuvent les

traverser, en particulier les sphérules humides. Aussi faut-il être assez circonspect et en tout cas ne pas employer ces procédés par temps humides.

La bourre peut être insoluble (procédé de Petri, procédé de Miquel, procédé de Frankland) ou soluble, préférable et plus commode pour mettre le microbe en culture (procédé de Miquel, au SO^4Na^2 sec).

c) *L'émulsion dans les liquides.* — Tous les procédés, sauf celui de Richet sont basés sur le barbotage, seul le dispositif pratique varie. Ils donnent de bons résultats à condition que l'on fasse la culture aussitôt après ensemencement (procédés de Miquel, procédé de Strauss et Wurtz, procédé de Laveran).

Le procédé de Richet peut également servir à stériliser l'air; en analyse, il doit être réservé à l'étude de grands volumes. Le principe est de laver l'air par de l'eau qui tombe en pluie sur un appareil spécial. L'eau est ensuite répartie sur des milieux de culture.

2° L'ENSEMENCEMENT SPONTANÉ PAR GRAVITÉ :

Tous ces dispositifs permettent de rapporter le nombre de germes au mètre cube. Mais ce qui nous intéresse, ce n'est pas le nombre de germes au mètre cube, mais le nombre de bactéries qui sont susceptibles de contaminer le champ opératoire et le matériel, c'est-à-dire celles qui sédimentent. Ce que nous voulons connaître c'est le *nombre de germes qui sont susceptibles de tomber dans une surface donnée pendant un temps donné*, Dans ces conditions le pro-

cédé qui nous a paru le meilleur est celui des boîtes de Pétri. Nous avons ainsi utilisé des boîtes de Pétri qui ont été disposées dans différents lieux, pendant un temps que nous avons fixé à 20 minutes. Ces 20 minutes représentent le temps d'une courte intervention. On peut facilement en déduire le nombre de bactéries qui sédimentent en un temps plus long ou plus court, en admettant que la sédimentation soit proportionnelle au temps et que le nombre des colonies obtenues augmente d'une même quantité pendant le même temps.

Le diamètre des boîtes utilisées est de 9 cm. Ce diamètre correspond à une surface de près de 63cm². Cela représente un champ opératoire assez réduit. Là encore, on peut admettre que le nombre de bactéries recueillies est proportionnel à la surface.

MILIEU DE CULTURE. — Nous avons utilisé une gélose nutritive de formule habituelle. Les boîtes stérilisées, puis remplies avec la gélose liquéfiée ont été portées 24 à 48 heures à l'étuve à 37°, de façon à éliminer celles qui auraient pu être contaminées.

Remarquons que cette méthode ne nous donne pas une culture de germes anaérobies, ni des espèces qui se développent seulement sur des milieux spéciaux.

Nos boîtes ont été ouvertes dans la salle d'opération, ayant nous-mêmes revêtu une tenue chirurgicale stérile, c'est-à-dire avec une blouse, des bottes de toile, un calot et un masque stérile devant la bouche, et le nez. Par des prises, avant que personne

n'entre dans la salle, qui était fermée depuis la veille, nous avons voulu déterminer le nombre de bactéries de l'air au repos, puis par des essais successifs au cours de la séance opératoire, nous avons pu étudier les variations de la septicité de l'air avec le temps, et en tenant compte du nombre des assistants.

I. — ETUDE DE LA SEPTICITE NORMALE DE LA SALLE D'OPERATION

Nos expériences ont été faites dans le bloc opératoire affecté à M. le Professeur Santy, au pavillon O, de l'hôpital Edouard-Herriot.

Cet ensemble opératoire comprend trois salles :

1° Une salle d'opération de forme quadrangulaire, d'un volume de 167 m³. Cette salle peut être éclairée par une grande verrière en rotonde, à double paroi, séparées par une distance de 1 m. Entre les deux parois : existe un volume de 51 mètres cubes qui s'ouvre sur la salle d'opération par une baie généralement fermée.

2° Une salle d'anesthésie de 106 mètres cubes, qui communique avec la salle d'opération; cette salle d'anesthésie a été transformée en salle d'opération accessoire.

3° Une salle de stérilisation de 97 mètres cubes, qui comprend tous les éléments de stérilisation du matériel et ceux de stérilisation de l'eau.

EXPERIMENTATION

PREMIÈRE EXPÉRIENCE :

A 9 h. 30, la salle n'a pas été soumise à une désinfection générale depuis deux mois. On opère dans la salle d'opération et dans la salle d'anesthésie. Il y a sept personnes dans la salle, pendant que l'on opère un estomac. Au début de la séance opératoire, nous disposons une boîte à gauche de l'opérateur, près de la tête du malade, sur une tablette mobile. Une autre boîte est placée aux pieds du malade. Ces deux boîtes donnent chacune 28 colonies. Une heure après, à 10 h. 30, opération de thoracoplastie; nous disposons deux autres boîtes dans les mêmes conditions, on obtient :

- une boîte à gauche de l'opérateur : 39 colonies;
- boîte aux pieds du malade : 38 colonies.

Pendant ces déterminations, la porte de la salle d'opération est restée constamment ouverte sur la salle de stérilisation. On note de fréquentes allées et venues du personnel infirmier.

SECONDE EXPÉRIENCE :

Le lendemain à 10 heures : avant opération, avant que personne ne soit rentré dans la salle, l'air étant ainsi au repos, une boîte de Petri est posée sur la table d'opération : 12 colonies. ,

On opère. Il s'agit d'une intervention particulièrement délicate (lobectomie); aussi toutes précautions ont-elles été prises. La discipline est très sévère. La porte d'entrée est fermée. Il y a 12 personnes dans la salle qui restent silencieuses et immobiles.

A 11 heures :

- une boîte à gauche de l'opérateur : 39 colonies;

— une boîte aux pieds du malade : 42 colonies.

A 12 h. 30, après intervention :

— une boîte au milieu de la table d'opération : 37 colonies.

TROISIÈME EXPÉRIENCE :

Deux jours plus tard, avant qu'on opère, l'air est en repos depuis la veille; on place une boîte en face de la porte sur une tablette à deux mètres de haut. Cette boîte donne : 11 colonies.

A 10 heures, on opère un goitre, il y a dix personnes dans la salle.

A 11 heures, on place deux boîtes :

— une boîte à gauche de l'opérateur : 46 colonies.

— une boîte aux pieds du malade : 40 colonies.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE :

12 octobre : avant l'opération, on place une boîte sur la table d'opérations : 17 colonies. On opère à 10 h. 15, une gastrectomie; 10 personnes dans la salle.

Vers 11 h. 45, on place :

— une boîte à gauche de l'opérateur : 45 colonies.

— une boîte aux pieds du malade : 38 colonies.

Ces boîtes sont à environ 70 ou 80 cm. du champ opératoire.

CINQUIÈME EXPÉRIENCE :

14 octobre : avant qu'on opère, on place une boîte sur la table d'opération : 4 colonies. On opère vers 9 h. 45. Il y a 14 personnes dans la salle; vers 10 h. 45 on place deux boîtes :

— une à gauche de l'opérateur : 29 colonies.

— une aux pieds de la malade : 36 colonies.

Après toute la séance opératoire, c'est-à-dire à 12 h. 45,

on pose une boîte sur la table d'opérations : 38 colonies.

(Notons qu'on avait lavé complètement la salle la veille, ce qui explique le faible nombre de colonies avant que l'on opère).

La moyenne avant intervention est de 11 colonies.

On constate que la contamination s'accroît considérablement dès que les personnes pénètrent dans la salle, et que cette contamination semble s'élever avec le temps de séjour des personnes dans la salle.

La moyenne des chiffres obtenus pendant l'opération, est de 36,5.

Les recherches que nous avons faites dans ce service, prototype des salles d'opération bien tenues, mais non spécialement isolées, nous aurions pu les faire dans n'importe quel autre service non spécialement isolé.

La conclusion d'ensemble qui s'en dégage c'est que l'air des salles d'opération est loin d'être aseptique. Ainsi, nos expériences confirment celles de nos prédécesseurs, en particulier, celles de Quenu et Landel, de Muller, de Lafolie, etc... Avec cette différence toutefois, que nous n'avons pas particulièrement constaté une proportionnalité précise entre le nombre d'assistants et la pollution de l'air, mais que cette pollution s'accroît rapidement avec le temps de séjour des assistants. Ce qui confirme particulièrement les recherches de Flugge, que nous avons déjà exposées, et les résultats de Hart. Il est difficile, à vrai dire, de préciser par ces seules expériences si

les assistants apportent des germes ou si c'est le mouvement d'air qui déplace les poussières et les met en suspension dans l'air. Pour fixer ce point, nous avons entrepris une série d'expériences que l'on retrouvera plus loin.

II. — ESSAIS DE DESINFECTION

Essais de stérilisation initiale par brumisations antiseptiques

Principe de la méthode

Les travaux de Trillat ont montré que les bactéries qui polluent l'atmosphère sont souvent fixées sur un support qui peut être formé de particules minérales, ou enrobées dans les gouttes de Flügge ou plus fréquemment formées de sphérules humides, les microbes ayant servi de noyaux de condensation pour l'humidité de l'air. Les microbes secs sont le plus souvent morts et peu à craindre. Il faut donc s'attaquer à l'aérosol microbien qu'ils forment. On peut essayer de réaliser une brumisation de l'atmosphère en cherchant à créer, à côté de l'aérosol microbien, un aérosol antiseptique. On utilise des appareils qui sectionnent par projection centrifuge, les liquides simples ou composés (solution aqueuse ou à base de solvants volatils), dont on peut *ainsi multiplier les surfaces de contact au sein de l'atmosphère polluée, pour réaliser une véritable imprégnation de caractère persistant*. L'action des antiseptiques portés dans l'atmosphère,

pour exercer une action bactéricide, se présente dans des conditions tout à fait en dehors de l'expérimentation qui consiste à agir à l'état de vapeur en milieu clos, ou par contact sur des liquides, sur des milieux de cultures. Tout se passe comme si les bactéries ayant un rapport surface, poids très élevé, la surface de contact importante entre la bactérie et le milieu extérieur permettrait une absorption facile de l'antiseptique et une destruction rapide de la bactérie.

Etude du liquide brumisable

Les travaux sur les essences antiseptiques et en premier lieu ceux de MM. Morel et Rochaix, ont montré la valeur des antiseptiques aromatiques. L'étude que nous en avons faite dans la première **partie**, nous a permis de suivre la classification des essences à l'état liquide ou à l'état de vapeur, en ce qui concerne leur pouvoir bactéricide. Ici, il ne s'agit pas de détruire les bactéries contenues dans les poussières, par des vapeurs d'essence. Dans le cas d'une pulvérisation, le pouvoir antiseptique est beaucoup plus fort et se rapproche de l'action à l'état liquide car elle se fait par contact direct entre la gouttelette antiseptique et la bactérie.

A ce propos, des travaux récents ont montré que les propriétés physiques des mélanges antiseptiques jouaient un grand rôle dans l'action bactéricide,

J. Risler (1), a montré que l'on peut accroître l'action antiseptique en augmentant le pouvoir mouillant et en diminuant la tension superficielle de la solution grâce à certains produits.

L'abaissement de la tension superficielle présente probablement une action directe sur les bactéries. Non seulement ainsi que l'ont montré Warburg (2), Verworn, Shryver (3), les substances actives sur la tension superficielle ont la propriété d'inhiber les processus d'oxydation et diverses réactions chimiques, mais, Traube (4), puis un certain nombre d'expérimentateurs (Czapeck (5), Mac Collum, Fuhrner (6), et Joachimoglu (7), avaient déjà attiré l'attention sur le fait que de nombreuses substances biologiquement actives, abaissaient la tension superficielle, se rassemblant suivant le principe de Gibbs, à la surface de séparation des phases (Phasengrenzfläche) et acquéraient ainsi, une « chance » de pénétrer rapidement la cellule.

(1) J. Risler : *Bulletin Soc. Pathol. comparée et d'hygiène générale*, 1935, t. 35, 710-713.

— La lutte antimicrobienne et la conservation des corps. *Nouvelles de la Chimie*, août 1936.

— *C. R. Acad. des Sciences*, 1936, t. 203, 517-519.

Thiroux et Risler : *Bull. Acad. de Médecine*, 1931, 106, 603-604.

(2) Warburg : *Bioch. Zeitung*, 1921, t. 119, p. 134.

(3) Shryver : *Proc. Roy. Soc.*, 1910, t. 83, p. 96; 1914, t. 87, p. 366.

(4) Traube, cité par Chambon : *Thèse de doctorat ès Sciences*, Contribution à l'étude des antesthésiques locaux, p. 69-70. Bosc et Riou, Lyon, 1930; et *Pflügers Archiv*, 1904, t. 105, p. 541; 1908, t. 123, p. 419; 1910, t. 132, p. 511; 1912, t. 140, p. 109; 1928, t. 218, p. 749 (revue générale).

— *U Klein. Biochim. Zeitung*, 1921, t. 120, p. 111.

(5) Czapeck : *Ueber eine Methode zur direkten Bestimmung von Pflanzenzellen*, Iean 1911.

(6) Fühner : *Biochemische Zeitung*, 1921, t. 115, p. 235; 1926, t. 139, p. 217.

(7) Joachimoglu : *Bioch. Zeit.*, 1921, t. 120, p. 203.

Même en suspension colloïdale dans l'atmosphère, ces phénomènes de tension superficielle agissent, et les mouillants, par un phénomène complexe d'absorption et leur force d'étalement, enveloppent le microbe d'une pellicule qui annihile rapidement sa vitalité jusqu'au moment où le germe étant définitivement pénétré, il est tué, si l'on a additionné un antiseptique puissant au mouillant choisi.

On sait que l'on peut augmenter le pouvoir mouillant, en réalisant des solutions de corps ayant des groupements chimiques : OH, COOH, CONH, CHO, CN ou des éthers, COOR et aussi des savons (oléates, ricinates, palmitates, etc...) ou encore des acides gras sulfonés. Langmuir explique cette particularité par une orientation moléculaire de surface.

Dans nos essais, nous avons utilisé comme mouillant, l'huile de pin, puis le terpinéol, et c'est à ce dernier produit que nous nous sommes arrêtés.

En somme l'addition d'huile de pin ou de terpinéol, doit permettre non seulement d'augmenter l'action bactéricide en durée de l'huile essentielle ainsi fixée, mais d'agir également par action de mouillage sur les surfaces, les poussières, etc...

Passons rapidement en revue, les principales propriétés de ces produits :

L'HUILE DE PIN

L'huile de pin est distillée en Amérique, du bois du « longleaf pine ».

L'industrie en tire du terpinéol, de la fenchone, de l'alcool fenchylique, du bornéol, etc...

L'huile de pin est blonde, et ses principales constantes sont les suivantes :

Densité à 15°5..... 0,925 à 0,943

Indice de réfraction à 20°..... 1,479 à 1,486

Rotation optique : + 9°50.

Elle présente une agréable odeur térébenthinée, pénétrante et persistante; elle est soluble dans l'alcool, le pétrole, la benzine et en général, dans tous les solvants des huiles essentielles.

Grâce à son prix modique, elle est fort employée dans l'industrie et en particulier, dans celle du papier et de la colle où on l'utilise comme antiseptique.

L'essence de pin d'origine américaine, contient comme principal constituant, du terpinéol et ses dérivés (terpinol, terpinolène, terpinène) du cinéol, des alcools fenchyliques et iso-fenchyliques, du bornéol, du camphre, du méthyl-chavicol, et des sesquiterpènes.

Action bactéricide des huiles de pin seules :

On prépare industriellement une huile de pin liquide par addition d'huile soluble ou de savon. Les propriétés antiseptiques en sont remarquables, l'emploi est analogue à celui du crésol. L'action désinfectante de l'huile soluble de pin a été étudiée par l'Institut pharmacothérapeutique de Leyde. En solution à 4%, elle tue rapidement le colibacille, le protéus, le pyocyanique, etc... D'autre part, « l'Hygienic Laboratory Pine oil desinfectant » a montré l'action de cette huile contre le bacille de la peste, du choléra,

le typhique et le paratyphique, le dysentérique, le coli, l'entérocoque, le protéus, le streptocoque hémolytique, le bacille diphtérique, le bacille pyocyanique, le streptocoque non hémolytique, le pneumocoque et le streptocoque viridens.

Le terpinéol (8), qui est le principal constituant de l'huile de pin est un alcool tertiaire de la série terpénique de formule globale $C^{10}H^{18}O$.

Sa formule développée comprend une double liaison pouvant se placer en trois positions correspondant à une variété de terpinéol.

Le terpinéol commercial est préparé par déshydratation à chaud de la terpine brute, par une solution très faiblement acide. Elle se transforme en terpinéol par perte d'une molécule d'eau. On utilise généralement l'acide phosphorique à la concentration de 3 à 4 %. Le terpinéol brut obtenu, est ensuite rectifié.

Le terpinéol entre dans la composition d'un grand nombre de parfums et la fabrication des savons de toilette, mais la propriété qui nous intéresse surtout dans le terpinéol, outre son pouvoir antiseptique, c'est son pouvoir mouillant élevé, qui agit ainsi que nous l'avons précédemment exposé.

En somme, il ressort de cette rapide revue que, l'action des antiseptiques pulvérisés dans l'atmosphère peut être renforcée en abaissant la tension superfi-

(8) H.-L. Desalbres : L'industrie de la terpine et du terpinéol. *Bulletin industriel du Pin*, n° 56, janvier 1929. p. 11.

cielle, par exemple à l'aide du terpinéol ou de l'huile de pin, qui ont eux-mêmes une action bactéricide importante.

On pourra donc constituer des formules contenant, outre le terpinéol, des essences antiseptiques ainsi que nous l'avons fait nous-mêmes, en vue d'établir des mélanges ayant une activité bactéricide aussi rapide que possible.

Il existe dans le commerce divers produits utilisant l'essence de thym, le thymol ou des dérivés chimiques voisins de ces derniers. *L'essence de thym, ou le thymol en raison de son fort pouvoir antiseptique nous a paru être la substance la plus intéressante.* Ce corps n'est pas, en effet, toxique aux doses habituelles; il est d'un emploi commode et d'une odeur acceptable.

En ce qui concerne les autres huiles essentielles utilisables, on choisira celles dont la toxicité est nulle, même à des doses relativement élevées. C'est le cas en dehors de l'essence de thym ou du thymol (dont elle contient 30 %) et de l'huile de pin ou du terpinéol (qui s'y trouve à la dose de 60 à 80 %) de celles de lavande, d'eucalyptus, etc...

Les animaux de laboratoire absorbent sans difficulté les aliments (feuilles de choux, salades, herbes, etc...), qui ont été vaporisés avec ces essences. On évitera les essences où les principes actifs, caustiques ou dangereux par leur odeur.

On a signalé la causticité des huiles essentielles, en particulier celle de l'essence de thym. Il ne faut pas

s'en inquiéter outre mesure; car elle n'est que passagère. Si par exemple on passe, à l'aide d'un tampon un peu d'essence de thym sur l'épiderme de l'avant-bras, on constate simultanément une impression de chaleur et une sensation de picotement. Ce picotement qui peut être parfois très aigu, disparaît très rapidement sans laisser aucun érythème, ni phlyctène, ni brûlure. *Cependant, il nous a paru que l'on pouvait avec des résultats analogues, substituer le thymol à l'essence complète de thym.* Dans ces conditions, dans le cas de vaporisation ou d'imprégnation de l'atmosphère à l'aide de suspension fine, la tolérance est bonne.

Au surplus, s'il s'agit d'une vaporisation massive, il vaut mieux attendre deux ou trois heures pour pénétrer dans la pièce. Lorsqu'on emploie des doses plus faibles l'absorption de ce corps est très bien tolérée. Les sujets atteints d'affections des voies respiratoires, éprouvent, après la vaporisation une sensation de mieux être, qui se caractérise par une aptitude plus grande à la respiration, par une amplitude des mouvements respiratoires et une impression de fraîcheur qui s'étend au système vésiculaire des bronches. On nous a également signalé une baisse rapide de la température.

Rien ne s'oppose donc à l'utilisation du thymol et du terpinéol en vaporisations dans l'atmosphère.

Mais, afin de pouvoir répartir facilement ces antiseptiques dans un grand volume d'air et sur de grandes surfaces, il est indispensable de les diluer convenablement dans un solvant approprié.

LE SOLVANT

Le choix du solvant est délicat. Il ne doit être ni toxique, ni caustique, d'odeur nulle et peu coûteux. Celui qui nous a paru à la fois le plus pratique et le moins coûteux, est le pétrole désodorisé ou kérosène. Ce corps n'est pas toxique par la voie respiratoire; il n'est pas irritant, ni caustique aux doses employées, il est inodore, d'un emploi commode. Associé au terpinéol, il dissout facilement le thymol. Après différents essais, nous nous sommes arrêtés à la formule suivante :

Salol	2 gr.
Thymol	20 gr.
Terpinéol	250 gr.
Kérosène	730 gr.

C'est un liquide de densité 0,820, facilement brumisable, et que l'on peut modifier à volonté, soit que l'on modifie la concentration en thymol, si l'on désire en brumiser une plus petite quantité, soit que l'on modifie la concentration en terpinéol, ce qui changera la tension superficielle et la densité et par suite, la dimension des particules liquides brumisées.

Après essais, nous avons ajouté le salol, qui semble augmenter le pouvoir antiseptique du mélange.

La dose employée a varié de 1 cc. à 4 cc. par mètre cube d'air.

APPAREIL A BRUMISER

Il existe différents modèles dans le commerce, tous sont basés sur le même principe, ce sont des pulvérisateurs centrifuges produisant une brume très fine, qui est projetée à 4 ou 5 mètres de hauteur, et qui retombe lentement.

EXPERIMENTATION

SIXIÈME EXPÉRIENCE :

Le soir, à 17 heures, nous faisons une brumisation complète avec la solution thymolée. On utilise la dose forte de 4 cc. par mètre cube. Nous brumissons séparément la salle d'anesthésie, 106 mètres cubes, soit 550 grammes de produit; la salle d'opération de 167 mètres cubes, soit 835 grammes; les cloisons, de 51 mètres cubes, soit 255 grammes, et au total 1.620 grammes.

Le lendemain, on opère à 9 heures. Les boîtes ont été exposées ouvertes 20 minutes.

Avant l'intervention, une boîte est posée sur la table d'opération : 3 colonies.

Pendant que l'on opère, il y a 12 personnes dans la salle.

A 10 h. 30, on opère depuis 1 h. 30; je dispose une boîte sur une tablette, à environ 80 cm. du champ opératoire et l'on trouve : 11 colonies.

A 12 heures, un deuxième prélèvement dans les mêmes conditions donne : 23 colonies.

Après l'intervention, à 12 h. 30, dès que le malade, le chirurgien, les aides sont sortis, une boîte est ouverte et présente : 38 colonies.

SEPTIÈME EXPÉRIENCE :

Le même soir, nous faisons une brumisation complète de deux heures, qui comprend la salle d'opération et celle d'anesthésie. Le lendemain, avant l'intervention, une boîte ouverte sur la table d'opération reste stérile : 0 colonie.

On opère à 9 heures, il y a 10 personnes dans la salle. A 10 heures, dans la salle d'anesthésie, où l'on commence à opérer, une boîte est placée sur une tablette, près de l'opérateur et donne : 2 colonies.

A 12 heures, dans la salle d'opération, une boîte, placée à 80 cm. du champ opératoire, à gauche du chirurgien, donne : 23 colonies.

Après intervention, à 12 h. 30, une boîte placée sur la table d'opération, immédiatement après que tout le monde est sorti, donne : 20 colonies.

HUITIÈME EXPÉRIENCE :

Le surlendemain, à 17 heures, on fait une brumisation à forte dose (2 heures) de la salle d'opération et de la salle de stérilisation. C'est un samedi, la salle reste fermée jusqu'au lundi. Le lundi, une prise est faite avant intervention. Une boîte placée sur la table d'opération : 0 colonie.

A 10 h. 30, on opère un poumon; il y a une douzaine de personnes dans la salle, mais la porte est soigneusement fermée, sans entrées, ni sorties, la discipline est très sévère. Dès le début, une boîte placée sur une tablette, à un mètre du champ opératoire, donne : 2 colonies.

A 11 h. 30, l'opération est terminée, tout le monde est sorti, on place une série de boîtes :

- une sous la verrière : 9 colonies;
- une sur la table d'opération : 7 colonies;

— une sur une table roulante, entre les deux : 12 colonies;

— une sur une autre table roulante, plus loin : 13 colonies.

NEUVIÈME EXPÉRIENCE :

Trois jours plus tard, à 17 heures, on brumise 1 h. 30 la salle d'opération. Le lendemain, on pose une boîte avant que l'on opère : 3 colonies.

A 9 h. 30, on opère, il y a huit personnes dans la salle; à 10 h. 30, on place : une boîte à gauche de l'opérateur à 80 cm. du champ opératoire : 8 colonies; une boîte au fond de la salle, sous la verrière : 0 colonie.

DIXIÈME EXPÉRIENCE :

Quatre jours après, le soir, à 17 heures, on brumise pendant 1 h. 30 la salle d'opérations.

Le lendemain, avant qu'on opère, une boîte sur la table d'opération donne : 1 colonie.

On opère à 9 h. 30; il y a neuf personnes dans la salle; à 11 heures, une boîte est placée à gauche du chirurgien qui opère, à 90 cm. environ du champ opératoire; on obtient : 12 colonies. Une autre est placée au fond de la salle : 8 colonies. Vers 12 heures, à la fin de la séance, une autre boîte donne : 24 colonies. Après que la séance est terminée, tout le monde sort et on pose :

— une boîte sur la table d'opération : 22 colonies;

— une boîte sur une tablette, au fond de la salle : 20 colonies;

— une boîte sur une étagère, en face de la porte : 21 colonies.

ONZIÈME EXPÉRIENCE :

Six jours après, on fait un nettoyage complet de la salle, comme tous les jeudis. Tout le matériel est sorti

et soigneusement nettoyé. Le soir, on brumise une heure dans la salle d'opérations; le lendemain avant l'opération :

- une boîte sur la table d'opération : 1 colonie;
- une boîte sur une étagère, en face de la porte : 4 colonies.

On commence à opérer, vers 9 h. 30. A 11 heures, on pose une boîte à gauche de l'opérateur, à environ 1 mètre du champ opératoire : 22 colonies. A 12 heures, on a terminé les interventions, tout le monde sort et on place des boîtes :

- une sur la même étagère qu'au début, face à la porte : 18 colonies;
- une sur la table d'opération : 16 colonies.

L'ensemble des résultats obtenus montre, au lendemain d'une brumisation antiseptique que :

1° La salle, quand on pénètre le matin pour la première fois, est relativement aseptique. C'est ainsi, que nous avons obtenu les chiffres de : 3, 0, 0, 3, 1, 1, 4, colonies, soit une moyenne de 1,7. Il semble *que le produit antiseptique donne des résultats intéressants, puisque la moyenne du nombre de germes dans les mêmes conditions est tombée de 11 sans brumisation à 1,7 avec brumisation*, toutes conditions identiques par ailleurs. *L'action antiseptique des brumisations est donc certaine.*

2° Malheureusement, ce résultat ne se maintient pas. Dès que l'on opère dans la salle et que plusieurs personnes y pénètrent, le nombre de germes augmente considérablement, puisqu'après une heure on obtient les chiffres de : 11, 2, 3, 7, 0, 12, 10, 22. La différence entre ces chiffres étant due à ce que :

— il n'y a pas le même nombre de personnes;

— les boîtes ne sont pas placées au même endroit.

En groupant l'ensemble des chiffres pris après une heure environ on obtient une moyenne de 8,4. Puis, les chiffres augmentent et atteignent 23 en cours d'opération après 2 heures, et en fin de séance opératoire, suivant le temps de la séance opératoire et la disposition des boîtes : 38, 20, 9, 9, 12, 7, 13, 22, 20, 21, 18, 16, la moyenne s'établit alors de 27,1.

Ces chiffres sont cependant meilleurs que ceux obtenus sans aucune brumisation, puisqu'alors nous avons une moyenne de 36,5 en cours d'intervention, et 38 en fin de séance opératoire. On a donc une diminution d'environ $\frac{1}{4}$ du nombre des germes. L'augmentation du nombre de germes dans l'air de la salle d'opération étudiée et pour l'intervalle de temps étudié est proportionnelle au temps.

Désinfection du sol

Nous avons remarqué que l'été, les brumisations semblaient plus efficaces que l'hiver. Or l'été, il persiste sur le sol une pellicule liquide alors que l'hiver, à cause sans doute de l'action du chauffage central et de l'abaissement de l'humidité de l'air (nous avons vérifié que souvent on a moins de 30° hygrométriques), cette pellicule ne persiste pas.

Nous avons pensé alors à renforcer l'action des brumisations par un traitement spécial du sol. Nous pensions coller les germes qui s'y trouvaient et aussi

tous les germes nouveaux susceptibles de sédimenter et qui ne pourraient plus être mis en circulation au moindre remous de l'air. Les bactéries une fois collées seraient facilement détruites par l'antiseptique.

Déjà le port des bottes en toile stérile réduit considérablement l'apport des germes par les chaussures, d'autre part, le nombre de bactéries qui s'y trouve normalement est certainement faible puisque le sol est lavé et javéisé tous les jours.

EXPERIMENTATION

DOUZIÈME EXPÉRIENCE :

Le matin, vers 7 heures, on imprègne le sol d'une solution antiseptique à l'aide d'un pistolet à air comprimé, analogue à ceux employés pour la peinture cellulosique des automobiles. On passe également au pistolet les radiateurs et plus spécialement celui qui est caché derrière sa grille; de même, on passe le cadre et les coulisses des fenêtres. A la suite de cette pulvérisation de surface, on dispose, vers 9 heures, des boîtes :

- une sur la tablette, en face de la porte : 7 colonies;
- une sur la tablette, au fond de la salle : 4 colonies;
- une sur la table d'opération : 0 colonie.

On constate que celle de la table d'opération est stérile, tandis que les autres cultivent, ceci dû probablement à ce que le pistolet à air comprimé a mobilisé de nombreuses poussières, la violence du jet étant trop grande. Par suite, la table d'opération qui est au centre, a été moins contaminée que les tablettes où nous avons placé les autres boîtes qui sont plus près des endroits poussiéreux (radiateurs et baies vitrées).

On opère à 10 heures, il y a quinze personnes. Vers

11 h. 30, pendant que l'on opère une thoracoplastie, on place à gauche du chirurgien, à environ 1 mètre du champ opératoire, une boîte qui donne : 28 colonies. Vers 12 h. 15, la séance opératoire est terminée, on place une boîte sur la table d'opérations : 26 colonies.

TREIZIÈME EXPÉRIENCE :

Devant les résultats précédents, nous avons pensé qu'il y avait intérêt à conjuguer la désinfection par brumisation, avec une désinfection spéciale du sol. Pour ce faire, nous avons brumisé la salle avec un litre de solution antiseptique, vers 5 heures du matin. Vers 9 heures, avant que l'on opère, il y a encore un abondant dépôt sur le sol. Avant l'intervention, on pose deux boîtes sur la table d'opération. On obtient : 1 colonie et 3 colonies.

On opère vers 9 heures; il y a 12 personnes. A 10 heures, pendant l'intervention, on pose une boîte sur la **tablette, face à la porte** : 1 colonie.

Une boîte, à gauche du chirurgien, à un mètre du champ opératoire : 9 colonies.

A ce moment, le dépôt sur le sol est maintenu par une pulvérisation du sol effectuée à l'aide d'un pulvérisateur à fleurs de jardinier.

A 12 heures : deux boîtes placées sur la table d'opération donnent : 15 et 15 colonies.

QUATORZIÈME EXPÉRIENCE :,

Le surlendemain, nous désinfectons uniquement le sol avant la séance opératoire, vers 9 h. 30, à l'aide de l'appareil déjà signalé. Un prélèvement effectué aussitôt après donne : avant opération, 3 et 7 colonies sur la table d'opération.

On opère vers 10 heures.

A 11 heures, on place une boîte aux pieds du malade, à environ 80 cm. du champ opératoire : 12 colonies.

Une autre boîte est placée à gauche de l'opérateur : 9 colonies. A 12 heures, on opère toujours; deux boîtes placées dans les mêmes conditions donnent respectivement 20 et 16 colonies.

QUINZIÈME EXPÉRIENCE :

Nous désinfectons uniquement le sol avant la séance opératoire, vers 9 h. 30, toujours par le même procédé. A 10 heures, avant que l'on opère, on fait un premier essai : deux boîtes sont placées sur la table d'opération. On obtient 2 et 1 colonies.

Vers 10 h. 30, on opère.

A 11 h. 30, on place une boîte aux pieds du malade, à 80 cm. du champ opératoire : 7 colonies;

— une autre à gauche de l'opérateur donne : 6 colonies.

A 12 h. 30, on opère toujours. Deux boîtes placées dans les mêmes conditions donnent : 17 et 19 colonies.

SEIZIÈME EXPÉRIENCE :

Le matin, vers 9 h. 30, on désinfecte uniquement le sol par la même méthode. Avant que l'on opère, on place :

— une boîte sur la tablette, face à la porte : 2 colonies;

— une boîte sur une autre tablette : 0 colonie;

— deux boîtes sur la table d'opération : 1 et 3 colonies.

On opère à partir de 10 heures, il y a 10 personnes dans la salle.

A 11 heures, on place une boîte à gauche de l'opérateur, à 80 cm. du champ opératoire : 24 colonies;

— une boîte au fond de la salle : 21 colonies.

Les interventions finissent à 12 h. 30. Tout le monde sort et on place une boîte sur la table d'opération : 28 colonies.

DIX-SEPTIÈME EXPÉRIENCE :

Le matin on opère vers 10 h. 30 et il y a 13 personnes. Auparavant on a fait une désinfection du sol.

A 11 heures, on place une boîte aux pieds du malade, à 1 mètre du champ opératoire : 20 colonies.

— une boîte à gauche de l'opérateur : 23 colonies.

Vers 12 h. 30, la séance opératoire est terminée, tout le monde sort et on place : une boîte au fond de la salle, sous la verrière : 48 colonies.

Une boîte, sur la tablette, face à la porte : 36 colonies.

Avant opération, nous avons les chiffres : 7, 4, 0, 1, 3, 3, 7, 2, 0, 1, 3, soit *une moyenne de 3 colonies*. Ce chiffre est notablement plus élevé que celui obtenu après brumisation complète (1,7), mais moins élevé que les chiffres obtenus sans antiseptiques (11). Ce qui semble montrer qu'au moins une partie des bactéries qui peuvent être mobilisées tombe sur le sol. Elles ont été fixées et éliminées. *Mais il persiste toujours l'augmentation de la septicité de l'air avec le temps. Elle n'est donc pas uniquement en rapport avec les germes du sol.*

Cette contamination croissant avec le temps, semble même être plus considérable en moyenne que dans le cas de brumisation complète puisque nous obtenons pendant le premier intervalle, de 1 heure à 1 heure 30, les chiffres de : 28, 8, 8, 12, 9, 7, 6, 24, 21, 20, 23, soit une moyenne de 16,6 contre 8,4 avec la brumisation complète. Ceci s'explique parfaitement, car avec la brumisation nous fixons et stérilisons tous les germes de la salle; ils ne se trouvent

alors que ceux que l'on introduit par les entrées et sorties, les ouvertures de portes, les mouvements de l'air, qui apportent les germes de l'extérieur, tandis que la désinfection du sol ne fixe et ne tue que ceux du sol, c'est-à-dire une faible partie seulement.

La même constatation peut se faire pendant la deuxième heure, où nous avons : 20, 16, 17, 19, soit une moyenne de 18 contre 14,5 avec brumisations, et en fin de séance opératoire, les chiffres sont : 26, 15, 15, 28, 46, 36, ou la moyenne est de 28 au lieu de 27,1.

Mais ici, les différences sont moins grandes, ce qui permet de constater *qu'en fin de séance opératoire, ce qui compte surtout, c'est la pollution par les personnes présentes. Il semble déjà que ce qui importe après désinfection générale n'est pas tant l'agitation de l'air, que l'introduction de germes par toute personne rentrant dans la salle.*

Détermination du nombre des bactéries en air agité

Les expériences que nous avons poursuivies avant et après désinfection, montrent qu'après une brumisation, la veille au soir ou le matin même, les boîtes de Petri que l'on peut ouvrir, *demeurent relativement stériles tant que personne n'a pénétré dans la salle*, par contre, dès que l'on a pénétré, ces boîtes accusent des taux de contamination de plus en plus grands et qui augmentent proportionnellement au temps.

Dans ces conditions, nous nous sommes demandé *si cette contamination ne serait pas due, pour une part, à la simple agitation de l'air, agitation qui peut mobiliser les poussières et les mettre en suspension dans l'air.*

Nous avons alors expérimenté en éliminant un des facteurs et en conservant l'autre. C'est-à-dire que nous avons voulu garder l'agitation de l'air en supprimant la contamination par les personnes. Nous avons réalisé un brassage de l'air à l'aide d'un puissant ventilateur. La salle restant soigneusement fermée, en dehors des séances opératoires. Le mélange antiseptique se dépose sur le sol et les surfaces après les brumisations et il se crée ainsi un véritable colmatage des poussières.

Cette fixation ne dure que quelques heures (environ 6 heures), ensuite le produit s'évapore et les poussières et les microbes sont à nouveau libres.

Sont-ils stériles ?

Nous avons organisé nos essais de la manière suivante :

1° Agitation à l'aide d'un ventilateur de l'air de la salle d'opération désinfectée et close. On dispose des boîtes de Pétri en plein courant d'air à des distances variables du ventilateur. Ces prises constituent les essais témoins avant désinfection.

2° Brumisation d'une heure dans la salle d'opération.

3° A nouveau on brasse l'air à l'aide du ventilateur et on dispose une série de boîtes de Pétri après

des temps variables échelonnés de 1 à 20 heures après la brumisation. On peut ainsi se rendre compte par ces prises d'essai successives de l'évolution de l'état d'asepsie ou de septicité de l'air.

DIX-HUITIÈME EXPÉRIENCE :

1° On brumise le matin, la salle d'opération avec un litre de liquide antiseptique, pendant une heure : de 8 heures à 9 heures.

2° A 13 h. 30, un ventilateur est disposé et mis en marche au centre de la pièce et orienté de manière à prendre l'air sur les gradins, refuge particulièrement important de poussières. Cet air est dirigé sur la table d'opération.

Une boîte est posée à un mètre du ventilateur. Il y a un courant extrêmement violent et on est obligé d'enlever le papier stérile sur lequel était posée la boîte. Mise à l'étuve, cette boîte donne 1 colonie.

— Une boîte est placée à 2 mètres du ventilateur. Même remarque que précédemment. Courant d'air violent. Après mise à l'étuve : 3 colonies.

— Une boîte est placée à 3 mètres du ventilateur, le courant est un peu moins violent, mais encore très sensible. Elle donne : 0 colonie.

— Une autre boîte posée sur une tablette, à l'abri de l'action du ventilateur donne : 0 colonie.

3° A 15 heures, on place encore trois boîtes :

— Une boîte à 1 mètre du ventilateur : 2 colonies.

— Une boîte à 2 mètres du ventilateur : 1 colonie.

— Une boîte à 3 mètres du ventilateur : 3 colonies.

— Une boîte posée sur la même tablette que précédemment en dehors du courant d'air du ventilateur donne : 0 colonie.

DIX-NEUVIÈME EXPÉRIENCE :

On a opéré toute la matinée.

1° L'après-midi, vers 14 h. 45, on dispose le ventilateur et on place deux boîtes :

— L'une à 1 mètre donne : 27 colonies.

— L'autre à 2 mètres donne : 19 colonies.

2° Vers 15 heures, on fait une brumisation de la salle avec un litre de solution antiseptique, jusqu'à 16 heures.

3° A 18 h. 30, il persiste dans toute la pièce une violente odeur de thymol, les surfaces sont recouvertes d'un enduit résultant du dépôt de liquide. Le ventilateur occupe la même disposition que précédemment, la prise d'air se faisant toujours sur les gradins.

— une boîte placée à 1 mètre du ventilateur : 3 colonies.

— une autre boîte à 2 mètres : 2 colonies.

4° Le soir on revient vers 21 h. 30 et on pose encore deux autres boîtes, le ventilateur est toujours dans la même position. Il y a encore un léger enduit antiseptique sur les surfaces.

Une boîte est placée sur la table d'opération à 1 mètre du ventilateur : 0 colonie.

Une boîte est placée à 2 mètres du ventilateur : 4 colonies.

5° Le lendemain matin, vers 8 h. 30, avant que personne ne soit entré dans la pièce, on place deux boîtes toujours dans les mêmes conditions, et on obtient :

— Boîte à 1 mètre du ventilateur : 9 colonies.

— Boîte à 2 mètres du ventilateur : 1 colonie.

6° Vers 9 h. 30, on commence à opérer. La séance opératoire se termine vers 12 h. 30. Deux prélèvements donnent alors respectivement : 22 et 31 colonies.

VINGTIÈME EXPÉRIENCE :

Même protocole que précédemment, avec des heures un peu différentes. On n'a pas opéré le matin.

1° Le matin, vers 12 heures, on dispose le ventilateur dans la même position que pour les expériences précédentes :

- une boîte à 1 mètre du ventilateur : 27 colonies.
- une boîte à 2 mètres du ventilateur : 11 colonies.

2° De 13 à 14 heures, brumisation antiseptique de 1 litre de solution.

3° A 18 heures, on dispose deux boîtes devant le ventilateur :

- Une à 1 mètre : 2 colonies.
- Une à 2 mètres : 1 colonie.

4° Le lendemain matin, à 9 heures, avant que l'on opère, une boîte à 1 mètre du ventilateur : 5 colonies.

- Une boîte à 2 mètres : 0 colonie.

5° A 12 heures, après que l'on a fini d'opérer : deux boîtes donnent 17 et 20 colonies.

VINGT ET UNIÈME EXPÉRIENCE :

1° Le soir, vers 4 heures, on dispose le ventilateur comme précédemment. La boîte à 1 mètre donne : 29 colonies; celle à 2 mètres donne : 26 colonies.

2° A 5 heures, on brumise pendant une heure la solution thymolée. La salle reste ensuite fermée jusqu'au lendemain matin.

3° Le lendemain, à 8 h. 30, on met en marche le ventilateur et on pose trois boîtes sur la table d'opération :

- Une boîte à 1 mètre du ventilateur : 4 colonies.
- Une boîte à 2 mètres du ventilateur : 2 colonies.
- Une boîte à 3 mètres du ventilateur : 3 colonies.
- Une autre boîte mise en dehors du courant d'air du ventilateur donne : 1 colonie.

I. — Les chiffres avant brumisation sont : 27, 27, 19, 11, 29, 26, air agité, soit une moyenne de 26,2. L'effet des brumisations antiseptiques est immédiat,

puisque trois heures plus tard on n'obtient que 2 à 3 colonies, air agité. Ce résultat se maintient parfaitement puisque le lendemain le nombre des colonies est encore très réduit : 1, 3, 0, 2, 1, 3, 3, 2, 0, 4, 9, 1, 3, 1, 5, 0, 4, 2, 3, soit une moyenne de 2,4 seulement. A très peu de chose près le chiffre obtenu sans agitation de l'air. *Donc après brumisation antiseptique les poussières sont stériles et l'agitation de l'air n'est pas une cause de contamination.*

II. — La stérilisation obtenue après la brumisation se maintient jusqu'au lendemain tant que l'on n'a pas ouvert la porte et que personne n'est entré, c'est-à-dire que l'on n'a pas introduit de germes nouveaux. Ce qui prouve que *le mélange antiseptique tue les germes et qu'après que le dépôt de la solution est évaporé les germes sont en grande partie tués.* (On peut considérer la légère augmentation du nombre des germes comme due à l'entrée de nouveaux germes par les interstices des portes, des fenêtres, etc..., non hermétiques).

III. — La contamination que l'on observe pendant les séances opératoires est donc certainement due à l'introduction de germes nouveaux :

1° Par l'ouverture des portes qui crée un appel d'air extérieur non stérile;

2° Par les germes introduits par les personnes et leurs vêtements, et ceux introduits par la respiration, les sécrétions de la peau etc...

Essai de stérilisation continue par un dispositif utilisant l'action abiotique des rayons U.V.

Les résultats précédents montrent qu'il est pratiquement impossible, même par une discipline sévère en empêchant toute entrée et sortie, et toute ouverture de porte inutile de maintenir l'asepsie initiale de la salle stérilisée par les brumisations antiseptiques.

Pour arriver à une stérilisation aussi bonne à la fin de la séance opératoire qu'au début, on peut utiliser une stérilisation continue qui enlèvera les bactéries au fur et à mesure de leur introduction.

Parmi les solutions proposées, ainsi que nous l'avons vu dans la première partie, beaucoup exigent un appareillage compliqué et des locaux opératoires spéciaux d'une architecture étudiée dans ce but. Nous ne pouvions expérimenter facilement ces moyens. Le problème de la stérilisation de la salle d'opération s'il apparaît complexe devait être pour nous, résolu d'une façon simple. Nous devions éviter de modifier la disposition des locaux et il nous fallait un dispositif indépendant, susceptible de prendre place dans la salle existante. Nous avons utilisé un appareil qui se présente sous la forme d'un bloc renfermant tous les organes nécessaires à la propulsion à la stérilisation et à la désodorisation de l'air.

Appareil de stérilisation

Nous avons pu utiliser un appareil installé dans le service par les établissements Gallois. L'appareil se compose d'une armoire métallique qui renferme tous les organes nécessaires à la propulsion de l'air dans la salle d'opération, et à la stérilisation par l'action des rayons ultra-violets. Il résulte des travaux antérieurs que nous avons exposés dans la première partie que les rayons ultra-violets tuent avec une grande rapidité les microbes qui passent dans le champ d'irradiation.

Les longueurs d'onde actives sont celles inférieures à $3.000 \text{ \AA}$ et d'une manière générale, le pouvoir de destruction est d'autant plus énergique que les ondes sont de plus courte longueur d'onde, avec maximum vers $2.500\text{-}2.650 \text{ \AA}$. Il y a donc toujours intérêt à utiliser des sources de rayons ultra-violets dont le maximum d'énergie est concentré dans cette région du spectre et possédant une intensité suffisante.

L'appareil utilise des brûleurs Gallois à haute tension, basse pression et allumage automatique dont la courbe de répartition d'énergie met en évidence une très grande proportion de rayons de courte longueur d'onde. La raie 2.537 Angströms , qui correspond à la zone abiotique est en particulier très fortement développée et transporte à elle seule 80% de l'énergie totale émise dans l'intervalle $3.130\text{-}2.300 \text{ \AA}$.

Ces mêmes sources riches en rayons de courte longueur d'onde émettent aussi les radiations de l'ultra-

violet lointain en particulier, la raie 1.849 Å° qui joue le rôle principal dans la production de l'ozone, si bien que l'air en contact avec elles se charge rapidement de ce gaz. Or l'ozone par suite de son grand pouvoir oxydant est aussi microbicide.

L'air est aspiré à la partie inférieure de l'appareil par un groupe moteur-ventilateur silencieux. Non stérile, cet air passe successivement dans une chambre de stérilisation garnie de sources actiniques et chargée d'ozone, puis à travers plusieurs couches de charbons actifs qui fixent l'ozone et un filtre du type métallique huilé qui arrête toutes les poussières. Ainsi, stérilisé désodorisé et purifié, l'air sort à la partie supérieure.

L'appareil de stérilisation est placé directement dans la salle d'opération et puise l'air dans cette salle.

Il fonctionne en circuit fermé, c'est-à-dire qu'il aspire sans arrêt de l'air pollué pour fournir à sa sortie de l'air régénéré, le degré de pollution de l'air aspiré diminuant, bien entendu, au fur et à mesure du fonctionnement. Les caractéristiques de débit ont été choisies importantes pour obtenir une stérilisation rapide.

Ce débit est de 200 litres par seconde soit 720 mètres cubes par heure.

La vitesse de l'air à la sortie est de 25 à 30 cm. à la seconde (soit à titre de comparaison de 1 km. à l'heure) valeur qui correspond à un déplacement très lent et produisant un mouvement d'air non décelable.

Le moteur du ventilateur absorbe 500 watts et les sources actiniques de stérilisation 1.000 watts environ, ce qui conduit à une énergie électrique totale absorbée par l'appareil de 1,5 km. environ.

Le bruit produit par l'appareil n'excède pas 20 décibels. Dans les appareils de construction récente, des modifications réduiront encore ce bruit.

Les dimensions de l'appareil sont de 0 m. 80 et 0 m. 60. Hauteur : 1 m. 80.

Nous n'avons pas utilisé le procédé complémentaire qui consisterait à disposer dans la salle d'opération, sous forme d'un ou deux plafonniers, un certain nombre de sources aciniques à allumage automatique, du type précédemment cité. Judicieusement placées, l'action directe de ces sources produirait la destruction des microbes sur les vêtements de l'opérateur, de ses aides, et au voisinage du champ opératoire.

EXPÉRIMENTATION

L'appareil a été placé par nécessité dans un coin de la salle d'opération, en face de la porte d'entrée. D'autre part la salle d'opération est très grande : 167 m³ avec la salle d'anesthésie communicante de 106 m³, on arrive à un total de 273 m³, c'est-à-dire, qu'il faut près d'une demi-heure pour que tout l'air de la salle passe par l'appareil. Ce sont des conditions peu favorables. On admet en général pour une bonne asepsie un renouvellement de l'air toutes les 10 minutes au moins. Nous sommes donc loin de nous trouver dans les conditions les meilleures.



Dans une première série d'expériences, nous avons étudié l'action de l'appareil pendant les séances d'opérations.

VINGT-DEUXIÈME EXPÉRIENCE :

L'appareil de stérilisation est mis en marche à 8 heures; toutes les portes sont fermées. A 10 heures, avant que l'on opère, soit après deux heures de fonctionnement, on place une boîte. La porte de la salle avait été maintenue fermée et personne n'était rentré. Cette boîte est placée près de l'appareil sur une étagère. Elle est donc voisine du remous d'air fait par l'appareil. Après 20 minutes d'exposition, on obtient : 1 colonie.

On opère à partir de 10 h. 30, on place des boîtes pendant qu'on opère :

- Une boîte aux pieds du malade, à 70 cm. du champ opératoire : 8 colonies.
- Une boîte à gauche de l'opérateur, à 1 mètre du champ opératoire : 4 colonies.

A la fin de la séance opératoire, une boîte mise sur la table d'opération donne : 6 colonies.

Notons que pendant toutes ces expériences, l'appareil a fonctionné d'une manière continue et que toutes les portes de la salle sont restées fermées (sauf entrée et sortie des malades et du personnel).

VINGT-TROISIÈME EXPÉRIENCE :

L'appareil à stérilisation est mis en marche à 9 h. 30. Avant l'opération, une boîte est placée sur la table d'opération : 1 colonie.

On opère à 11 heures, 12 personnes dans la salle.

Vers 12 heures, on place deux boîtes :

- Une aux pieds du malade, sur un tabouret : 6 colonies.

— Une à gauche de l'opérateur : 4 colonies.

A 12 h. 30, la séance opératoire est terminée, on place une boîte sur la table d'opération : 6 colonies.

La porte de la salle d'opération est restée fermée, l'habillement stérile a été revêtu hors de la salle, avant d'entrer. Tous les assistants et les spectateurs sont munis de bottes stériles.

VINGT-QUATRIÈME EXPÉRIENCE :

L'appareil stérilisateur est mis en marche à 8 heures. Avant l'opération, on place, vers 10 heures, une boîte sur la table d'opération : 2 colonies.

On opère vers 10 h. 30; huit personnes dans la salle :

— Une boîte à gauche de l'opérateur : 4 colonies.

— Une boîte aux pieds du malade : 5 colonies.

On a fini d'opérer vers 12 h. 30, on pose une boîte sur la table d'opération : 2 colonies.

VINGT-CINQUIÈME EXPÉRIENCE :

Afin de vérifier l'action des ultra-violets, nous avons fait fonctionner l'appareil sans en allumer les brûleurs. Dans ces conditions, nous avons relevé une moyenne de 27 colonies par boîte.

VINGT-SIXIÈME EXPÉRIENCE :

L'appareil de stérilisation est mis en marche à 9 heures. A 10 heures, on opère.

Avant que l'on opère, on place une boîte sur la table d'opération : 1 colonie.

Vers 11 heures, une deuxième boîte placée à proximité de la table d'opération donne : 8 colonies.

A 12 heures : 7 colonies.

Ces résultats montrent que l'efficacité de stérilisation est supérieure à la simple stérilisation initiale.

Avant intervention, après 2 heures en moyenne de fonctionnement de l'appareil, on obtient les chiffres suivants : 1, 1, 2, 1, colonies, soit une moyenne de 1,25 colonies. Ce chiffre est voisin de celui obtenu par la stérilisation initiale : 1,7 colonies. Il semble donc que dans les conditions de notre expérience, avec la salle et le matériel utilisés, les deux procédés amènent à une asepsie de base identique. Il apparaît donc inutile de faire une stérilisation initiale spéciale, à condition de faire fonctionner l'appareil de stérilisation continue une heure ou deux heures avant la séance opératoire.

Le nombre des colonies obtenues pendant l'intervention est de : 8, 4, 4, 6, 6, 4, 5, 8, 7, soit des chiffres très voisins et qui donnent une moyenne de 5,5 soit infiniment moins élevée qu'avec la brumisation où l'on avait dans les mêmes conditions : 14,5 colonies en moyenne.

Après la séance opératoire, on a 6, 6, 5, colonies soit une moyenne de 5,7 contre 27 avec les brumisations. Ici la différence est considérable.

Il n'y a une augmentation du nombre de germes qu'au début de la séance opératoire après quoi il semble s'établir un équilibre entre l'apport de germes nouveaux et la stérilisation.

★★

Dans une seconde série d'expériences, nous avons étudié l'action de l'appareil en dehors des séances opératoires, mais en maintenant l'air agité à l'aide d'un

ventilateur, réalisant ainsi, l'expérimentation analogue à celle que nous avons faite pour les brumisations antiseptiques.

Nous pouvons ainsi, en disposant des boîtes avant mise en route de l'appareil, puis après des temps différents nous rendre compte de la diminution progressive de la septicité de l'air et du temps nécessaire à la stérilisation.

EXPERIMENTATION

Le protocole opératoire est le suivant :

1° Agitation de l'air de la salle d'opération non désinfectée, et en dehors des heures d'utilisation à l'aide du ventilateur. On dispose des boîtes de Petri en plein courant d'air à des distances variables du ventilateur. Ces prises constituent les essais témoins avant désinfection.

2° Mise en marche de l'appareil de stérilisation.

3° L'air étant maintenu en mouvement par le ventilateur, on dispose une série de boîtes de Pétri à des temps variables. On peut ainsi se rendre compte de la diminution progressive du nombre des germes de l'air.

VINGT-SEPTIÈME EXPÉRIENCE :

1° Vers 14 h. 30, après la séance opératoire du matin et le nettoyage de la salle, on dispose le ventilateur, et :

— Une boîte à 1 mètre donne : 30 colonies.

— une boîte à 2 mètres donne : 23 colonies.

2° A 15 heures, l'appareil de stérilisation est mis en route.

3° A 15 h. 30, on pose toujours devant le ventilateur de nouvelles boîtes :

- Une boîte à 1 mètre du ventilateur donne : 8 colonies.
- Une boîte à 2 mètres du ventilateur donne : 7 colonies.

4° A 16 heures, deux nouvelles boîtes placées dans les mêmes conditions donnent : 1 et 2 colonies.

5° A 17 heures, deux nouvelles boîtes donnent 0 et 3 colonies.

VINGT-HUITIÈME EXPÉRIENCE :

C'est un jeudi. On n'a pas opéré. La salle a été complètement nettoyée et lavée, aussi on obtient peu de colonies, même avant stérilisation.

1° Prise d'essai avant l'expérience (15 heures).

- Une boîte à 1 mètre du ventilateur : 5 colonies.
- une boîte d'essai à 2 mètres du ventilateur : 3 colonies.

2° 15 h. 30 : mise en marche de l'appareil de stérilisation.

3° 16 heures : on pose deux boîtes dans les mêmes conditions que ci-dessus et on obtient : 2 et 2 colonies.

4° 16 h. 30 : on place deux nouvelle boîtes et on a : 1 et 0 colonie.

VINGT-NEUVIÈME EXPÉRIENCE :

1° Prise d'essai avant stérilisation, dans les mêmes conditions que précédemment :

- A 1 mètre du ventilateur : 48 colonies.
- A 2 mètres du ventilateur : 39 colonies.

2° A 15 h. 30, l'appareil de stérilisation est mis en marche.

3° A 16 heures, on dispose deux boîtes :

- Une à 1 mètre du ventilateur : 12 colonies.

— Une à 2 mètres du ventilateur : 14 colonies.

4° A 16 h. 30 : deux nouvelles boîtes donnent : 0 et 2 colonies.

TRENTIÈME EXPÉRIENCE :

1° Prise d'essai avant stérilisation :

— Une boîte à 1 mètre du ventilateur : 18 colonies.

— Une boîte à 2 mètres du ventilateur : 21 colonies.

2° A 15 heures, mise en marche de l'appareil de stérilisation.

3° A 15 h. 30, deux boîtes donnent :

— A un mètre du ventilateur : 16 colonies.

— A 2 ou 3 mètres du ventilateur : 12 colonies.

4° A 16 heures, après une heure de fonctionnement, on obtient : 6 et 3 colonies.

TRENTE ET UNIÈME EXPÉRIENCE :

1° Prise d'essai avant stérilisation : 25 et 29 colonies.

2° Après une demi-heure de fonctionnement de l'appareil de stérilisation : 12 et 8 colonies.

3° Après 1 heure de fonctionnement : 1 et 2 colonies.

4° Après 2 heures de fonctionnement : 2 et 2 colonies.

Les chiffres avant stérilisation sont de :

30, 23, 5, 3, 48, 39, 18, 21, 25, 29 soit une moyenne de 24,1 colonies.

L'effet de stérilisation de l'air par l'appareil se fait rapidement sentir puisque après une 1/2 heure de fonctionnement on obtient les chiffres de :

8, 7, 2, 2, 12, 14, 16, 12, 12, 8, soit une moyenne de 9,3 colonies, air agité.

L'appareil continuant à fonctionner, les résultats s'améliorent, et au bout d'une heure, on obtient les

résultats les meilleurs avec les nombres de colonies suivantes :

1, 2, 1, 0, 0, 2, 6, 3, 1, 2 soit une moyenne de 1,8 colonies.

Il ne semble pas qu'un fonctionnement plus long puisse améliorer sensiblement ces résultats et l'on peut conclure qu'il faut environ une heure à l'appareil que nous avons utilisé pour obtenir l'asepsie de l'air dans notre salle d'opération l'air étant agité par un ventilateur.

CRITIQUE GENERALE

I. — Critique des expériences

La méthode que nous avons utilisée permet à l'aide de boîtes de Pétri de se rendre compte du nombre de germes qui sédimentent spontanément dans la salle d'opérations chirurgicales. Le diamètre des boîtes était de 9 cm. (soit 63 cm² environ), le temps d'exposition de 20 minutes. Le milieu de culture ne permettait de recueillir que les espèces qui cultivent facilement en aérobiose.

Notre expérimentation portant sur environ 150 essais permet d'obtenir des moyennes suffisantes. Nous nous sommes placés dans les conditions strictement pratiques qui permettent d'en faire l'application immédiate à la chirurgie.

Les essais de désinfection ont été réalisés également dans les conditions de la pratique et d'un fonctionnement chirurgical normal. Ils ont été réalisés dans une salle d'opération bien tenue, mais non spécialement isolée. En particulier les portes ne sont pas étanches, il n'y a pas de sas d'entrée. D'autre part le cubage de la salle est très grand et augmente ainsi les difficultés de stérilisation.

Les résultats que nous avons obtenus représentent un minimum puisque nous avons expérimenté dans des conditions particulièrement sévères.

II. — Comparaison avec les travaux antérieurs

1° SEPTICITÉ DE L'AIR DES SALLES D'OPÉRATION

Avant opération l'air étant en repos depuis la veille, nous avons obtenu pour la septicité résiduelle de l'air de la salle d'opération un nombre moyen de 11 colonies pour des boîtes de 63 cm² et 20 minutes de temps d'exposition. Si les chiffres de Muller sont tout à fait comparables aux nôtres (10 et 14 colonies), Quenu et Landel dans des conditions à peu près analogues obtenaient 27 germes par boîte.

Nos chiffres sont donc sensiblement inférieurs, ce qui peut s'expliquer par le fait que nous avons expérimenté dans une salle d'hôpital plus moderne et par conséquent moins septique.

Quand le nombre des assistants s'accroît et au fur et à mesure que le temps s'avance, nous arrivons à obtenir jusqu'à une moyenne de 36,5 colonies.

— Quenu et Landel obtiennent de 27 à 72 et même 85 colonies.

— Lafolie, dans de plus mauvaises conditions il est vrai, arrive à 190 germes par boîte.

Hart laissant ses boîtes ouvertes une heure obtient parfois près de 150 colonies, ce qui représenterait 50 colonies en 20 minutes, soit un chiffre plus élevé que

le nôtre, bien qu'il opère en air filtré et conditionné.

— Hamant : 69 à 90 germes pour 30 minutes d'exposition (il ne précise par la surface des boîtes).

Dans l'ensemble, nos expériences confirment les travaux antérieurs, ceux de Muller, Lafolie, Quenu et Landel, Flugge et plus récemment : Masmonteil, A. Gosset, Hauduroy, J. Gosset et surtout Hart, qui constatent que la pollution de l'air s'accroît avec le nombre des assistants et le temps de séjour.

2° ESSAIS DE STÉRILISATION

a) *Brumisations antiseptiques* : les publications officielles concernant des brumisations antiseptiques de même genre, utilisant le thymol, sont peu nombreuses. Il semble que nos essais se soient montrés plus actifs que les autres procédés employés en particulier que les pulvérisations d'eau simple, de solutions phéniquées, de sublimé, d'eau oxygénée, d'hypochlorite, etc., et moins nocives. Lorsque l'on a fait une brumisation la veille au soir, la salle étant maintenue fermée, le lendemain l'air est pratiquement stérile ou très peu microbien. Mais cette asepsie initiale ne se maintient pas au cours de l'acte opératoire.

b) *Stérilisation préalable et continue par les ultraviolets* : Nous n'avons pas trouvé de publications utilisant un procédé analogue donnant des résultats expérimentaux précis.

D. Hart qui utilise le même agent abiotique emploie des irradiations avec un résultat, semble-t-il remar-

quable, puisque selon lui des irradiations variant de 5 minutes à 1 heure amènent une stérilisation complète des surfaces irradiées. Remarquons cependant que des irradiations d'une heure avec des tubes semblables peuvent provoquer un érythème sur des épidermes sensibles. Ces irradiations obligent le chirurgien à se préserver de l'action pernicieuse du rayonnement par des vêtements spéciaux, une cagoule et des lunettes et elles ne conduisent qu'à une stérilisation des surfaces irradiées.

Le procédé que nous avons exposé et expérimenté ne présente pas cet inconvénient et donne cependant des résultats très intéressants, puisque l'asepsie est obtenue en une heure de fonctionnement et que le nombre de germes par boîtes, se maintient à une moyenne de 5,4 en fonctionnement continu pendant la séance opératoire quel que soit le temps de séjour des assistants.

Toutefois dans certains cas, en particulier en chirurgie de guerre, la méthode par irradiation, en raison même de la désinfection de surface qu'elle permet de réaliser serait peut-être à envisager.

D'après l'ensemble, des résultats que nous avons obtenus, nos essais de stérilisation se sont montrés particulièrement efficaces :

Les brumisations aseptisent la salle qui reste stérile tant qu'on n'y a pas pénétré. Dès que la salle est occupée, les assistants apportent des germes microbiens et la septicité augmente.

Dans la salle d'opération nos meilleurs résultats sont

obtenus par l'appareil à désinfection continue de l'air à l'aide de l'appareil à rayons ultra-violets.

Il est probable que dans des salles spécialement organisées on arriverait à des résultats meilleurs et à une asepsie presque absolue.

Ayant ainsi démontré les avantages qu'une salle d'opération ordinaire peut retirer de la stérilisation continue de l'air, il nous paraît intéressant de jeter un coup d'œil sur les conceptions modernes des salles d'opération.

D'après l'ensemble de nos recherches et des travaux antérieurs, nous pensons que la salle d'opération moderne doit répondre à des caractéristiques précises.

— Elle doit être petite (H. de Pierrepont, Gudin, Gosset, Hauduroy et J. Gosset).

— Pour éviter toute contamination inutile, le public doit être réduit le plus possible. Les spectateurs et les élèves observeront de l'étage supérieur à travers des glaces prévues à cet effet.

— Seul doit demeurer dans la salle le personnel strictement indispensable (Cuneo et Zagdoun).

— On accédera dans cette salle par une série de sas stériles (aussi bien le malade que le chirurgien et le personnel).

— L'atmosphère de cette petite salle sera constamment renouvelée en air stérile, conditionné, climatisé, et en surpression.

Nous n'avons pas parlé des nombreux travaux qui ont été faits sur le conditionnement de l'air, mais pour les salles d'opération la plupart des auteurs s'accordent pour convenir que la température doit osciller

entre 20° et 25° et l'humidité entre 40° et 60°. De telles installations sont rares en Europe.

Pour éviter les collections de poussières, supports microbiens, la salle devra être nue, les murs, le sol, le plafond lavables et sans joints formant un glacis où les poussières ne puissent rester. Dans ce même but, une forme ronde a même été préconisée. Le chauffage dissimulé se fera par les murs ou par le sol.

— La nécessité de couleurs gaies et reposantes, d'un éclairage bien étudié est admise de plus en plus.

— Les accessoires pourront être groupés (commandes d'éclairage, galvano-cautères, électro-coagulation, aspiration, tubulures des appareils d'anesthésie) à portée de l'anesthésiste.

C'est sur ces bases que de nombreux chirurgiens envisagent le groupe opératoire moderne (Gosset, Hauduroy et J. Gosset, Cunéo et Zadgoun, Masmon-teil, G. Renon, H. de Pierrepont, Gudín, etc.).

On pourrait ainsi offrir aux chirurgiens plus de commodités et une asepsie absolue qui peut permettre des résultats opératoires supérieurs.

(1) Cunéo et Zadgoun : *Bull. Mém. Acad. Chirurgie*, 1936, LXII, p. 1025.

(2) G. Renon : *Presse Médicale*, 1937, p. 1180.

CONCLUSIONS

I. — Alors que les perfectionnements réalisés dans l'ensemble des phases de l'acte chirurgical autorisent les interventions les plus importantes et souvent fort longues par leur délicatesse, des cas d'infections ou des complications surprenantes ont invité maints chirurgiens à reconsidérer l'influence de la septicité de l'air des salles d'opération.

Ainsi a été repris le problème de la stérilisation des salles d'opération qui fait l'objet de cette thèse, autrefois étudié dans l'ère de l'antisepsie, mais bientôt écarté par les succès de la méthode aseptique. Pour la même raison, cette question ne peut être prise en considération à nouveau qu'autant que les pansements, vêtements et surtout les instruments de plus en plus nombreux sont d'une asepsie absolue.

Une revue d'ensemble des travaux déjà entrepris dans ce but révèle la variété des solutions envisagées, dont beaucoup cependant ne sont pas immédiatement adaptables aux services de chirurgie déjà existants.

II. — Dans ce travail, nous nous sommes attachés au cas bien défini d'une salle d'opération d'hôpital moderne, mais non spécialement isolée ni étanche, de grand volume et siège d'une grande activité chirur-

gicale du plus pur classicisme en présence d'une assistance toujours notable.

Pour évaluer les possibilités de contamination du champ opératoire par l'air, c'est-à-dire par les germes ou poussières qui se sédimentent spontanément, nous avons utilisé des boîtes Pétri (9 cm. de diamètre) à la gélose nutritive, contrôlées à l'étuve et ouvertes pendant 20 minutes sur la table d'opération ou à côté d'elle, puis mises à cultiver à l'étuve 48 heures et dont nous avons compté les colonies.

Cependant nous n'avons pas cherché à identifier d'une façon systématique les colonies microbiennes fort diverses suivant les circonstances, mais où ne pouvaient figurer ni les anaérobies, ni les espèces à culture difficile.

Les nombreux essais que nous avons réalisés, nous conduisent aux constatations suivantes, en accord dans l'ensemble avec les publications antérieures.

1° A l'ouverture de la salle d'opération fermée depuis la veille, l'air étant au repos, la contamination par les germes ou les poussières spontanément sédimentés est faible : en moyenne 11 colonies.

2° La septicité de l'air s'accroît dès que l'assistance pénètre dans la salle, et en fonction du temps de séjour, pour atteindre 36 colonies en moyenne. Il doit être noté que les assistants sont vêtus de bottes, sarreaux, calots, masque buccal et nasal de gaze stérilisés.

III. — Nos essais de désinfection de l'air de la salle d'opération se sont inspirés de principes simples, ap-

plicables sans modification de l'ordonnance des locaux.

En premier lieu nous avons utilisé la pulvérisation très fine, dite brumisation, dans l'atmosphère d'une solution antiseptique, peu toxique, et ne causant aucune dégradation.

La constitution de cette solution antiseptique a été déduite des travaux de MM. Morel et Rochaix sur les propriétés bactéricides des essences, de ceux de Traube, sur les avantages des substances abaissant la tension superficielle des liquides. Sa composition est à base de thymol et de terpinéol dissous dans le kérozène.

Les résultats obtenus permettent les observations suivantes :

1° Au lendemain d'une brumisation la salle étant restée fermée, l'air en repos est à peu près stérile, correspondant à 1,7 colonies en moyenne.

2° Dès la pénétration du public chirurgical, la septicité s'accroît, faiblement au début : 8 colonies après une heure, puis plus rapidement : 23 colonies après 2 heures et 27 colonies 3 heures plus tard.

3° La contamination qui s'accroît avec la présence des assistants et leur temps de séjour n'est pas due au soulèvement des poussières du sol, car l'entretien d'une désinfection permanente du sol par la solution antiseptique laisse également s'accroître la septicité de l'air qui de 3 colonies initialement, passe à 16 après 1 heure, puis à 28 après 2 heures.

4° La contamination de l'air, indépendamment des apports de l'extérieur par insuffisance d'étanchéité, est le fait des occupants, dont la respiration, les sécré-

tions, etc., correspondant au schéma général de Trillat sont à l'origine des aérosols microbiens.

En effet on peut à l'aide d'un ventilateur réaliser et même beaucoup plus énergiquement la part d'agitation de l'air et de soulèvement des poussières que peuvent provoquer les mouvements des assistants et qui contaminerait l'air. Les expériences avec ventilateur dans la salle close et inoccupée ont montré que :

a) la désinfection antiseptique a stérilisé l'air et les poussières de la salle ;

b) l'air violemment agité, même 24 heures après désinfection n'est guère plus microbien qu'immédiatement après, sédimentant 2,4 colonies en moyenne.

On peut conclure de cette première série d'expériences que la désinfection initiale, très utile et réelle est cependant insuffisante pour assurer l'asepsie de la salle d'opération qui se trouve continuellement contaminée par les personnes présentes.

IV. — L'insuffisance de la désinfection générale initiale nous a conduit à étudier l'influence d'une désinfection générale continue par irradiation ultra-violette.

La désinfection générale continue de l'air a été réalisée au moyen d'un appareil mobile à brûleurs à mercure irradiant en rayons ultra-violet abiotiques (80 % de l'énergie sur l'onde 2.537 Å) un important courant d'air puisé d'une façon continue dans la salle d'opération qui est ensuite renvoyé dans la salle après dépoussiérage sur filtre à huile et élimination de l'ozone par passage sur des filtres à charbons actifs.

1° L'irradiation ainsi pratiquée, en salle close, après 2 heures de fonctionnement, a réduit la septicité de l'air à 1,2 colonie en moyenne.

2° Cette très faible septicité se maintient lorsque l'on agite violemment l'air de la salle à l'aide d'un ventilateur et intéresse donc l'ensemble de la salle.

3° L'appareil étant maintenu en fonctionnement pendant toute la durée des interventions chirurgicales, on constate dès l'arrivée du public chirurgical un léger accroissement de la septicité de l'air (moyenne 5,5 colonies) qui se maintient par la suite au même niveau après 2 heures et 3 heures de présence active.

Il semble qu'à l'apport continu de germes par les assistants corresponde une désinfection continue par les radiations ultra-violettes, réalisant un équilibre de faible septicité.

L'appareil d'essai dont nous nous sommes servi étant susceptible de perfectionnement et aussi d'une utilisation plus efficace, ce mode de désinfection générale, initiale puis continue par les rayons ultra-violets paraît résoudre en partie le problème posé de l'aseptisation de l'air des salles d'opération.

L'intérêt réel de ces irradiations de l'air dans son ensemble, complétées éventuellement par des irradiations localisées du champ opératoire pourrait être retenu pour diminuer les risques d'infection en chirurgie de guerre.

Mais on ne saurait cependant insister trop sur la nécessité de réduire surtout l'apport microbien constatant que peuvent réaliser un défaut d'étanchéité de la

salle d'opération et plus encore la présence des assistants.

Lorsqu'une discipline rigoureuse et consciencieuse aura été observée par le personnel chirurgical, doublée par l'asepsie absolue d'un équipement vestimentaire renforcé, et éventuellement par un perfectionnement architectural, la stérilisation continue de l'air de la salle d'opération sera le complément nécessaire de l'asepsie chirurgicale.

Vu :

LE DOYEN :
JEAN LEPINE.

Vu :

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE :
MOREL.

Vu et permis d'imprimer :

Lyon, le 19 Avril 1939.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,
A. LIRONDELLE.

BIBLIOGRAPHIE

- ARLOING (S.). — Influence de la lumière sur la végétation et les propriétés pathogènes du bacillus anthracis. *C.R. Académie des Sciences*, Paris, 1885, CI, p. 511-513 et 535-537.
- BANG (S.). — Die Wirkungen des Lichtes auf Mikro-organismen. *Mitt. Finsen's Med. Lysinst.*, 1901, II, p.1-107.
- BARNARD et MORGAN. — Upon bactericidal action of some ultra-violet radiations as produced by the continuous current arc. *Proc. Roy. Soc.*, London, 1903, LXXII, p. 126-128.
- BARNES (B.-T.). — Spectral distribution of radiation from light and low pressure Hg arcs. *Journal of optical Society of America*, 1934, p. 147-148. ,
- BARNES (B.-T.) et EASLY (M.-A.), FORSYKE (W.-E.). — *Journal of optical Society of America*, 1934, XXIV, p. 178-182.
- BATTOLPH (L.-I.). — The electrical characteristics of commercial mercury arcs. *Review of Scientific instruments*, 1930, I, p. 127-129.
- BAYNE-JONES (S.) et Van der LINGEN (S.-S.). — The bactericidal action of ultra-violet light. *Bull. John's Hopkins Hospital*, 1927, XXXIV, p. 11-16.
- BEAUVÉRIE (J.). — La résistance individuelle des micro-organismes et particulièrement des levures aux radiations ultra-violettes. *C. R. Académie des Sciences*, Paris, 1934, CXCVIII, p. 2017.

- Sur les causes de la résistance individuelle de cellules de micro-organismes de même espèce, soumises à l'action des rayons ultra-violet. *C. R. Académie des Sciences*, Paris, 1934, CXCIX, p. 881.
- BECQUEREL (P.). — L'action abiotique de l'ultra-violet et l'hypothèse de l'origine cosmique de la vie. *C. R. Académie des Sciences*, Paris, 1920, CLI, p. 86-88.
- BEDFORD (T.-H.). — The nature of the action of ultra-violet light on micro-organisms. *British Journal Exp. Path.*, 1927, VIII, p. 437-444.
- BIE (V.). — Untersuchungen über die bakterientötende Wirkung der verschiedenen Abteilungen des Spektrums. *Mitt. Finsen's Med. Lysinst.*, 1900, I, p. 40-47, 1904, VII, 41-54 et 65-77, 1905, IX, p. 5-74.
- BLATT (L.) et DALE. — A bacteriological study of the efficiency of face masks. *Surgery, gynecology Obstetric* 1933, LVII, p. 363.
- BROWNING (C.-H.) et RUSS (S.). — The germicidal action of ultra-violet radiations and its correlation with selective absorption. *Proc. Roy. Soc.*, London, 1917, XC, p. 33-39 et 107.
- BURGE (W.-E.). — The mode of action of ultra-violet radiations in producing sterilisation. *Journal of Franklin Institute*, 1916, CLXXX, 264-265.
- The action of ultra-violet radiations in killing cells such as bacteria. *American Journal Physiol.*, 1917, XLV, p. 429-432.
- BURGER (G.-N.). — Critical wave-lengths in killing bacteria. *The bulletin of basic Science research*. Cincinnati, 1928, II, p. 46-54.
- CADEAC et MEUNIER. — Recherches expérimentales sur l'action antiseptique des essences. *Annales Instit. Pasteur*, 1889, III, 317-326.
- CAPPS (J.-A.). — Measures for the prevention and control of respiratory infections in military camp. *J. A. M. A.*, 1918, LXXI, p. 448.

- CLAVEL (L.). — Valeur antiseptique de certaines huiles essentielles. *C. R. Acad. des Sciences*, Paris, 1918, CLXVI, p. 827 à 829.
- CERNOVODEANU (Mlle) et HENRI (V.). — Etude de l'action des ultra-violets sur les microbes. *C. R. Acad. des Sciences*, Paris, 1910, CL, 52-54.
- Comparaison des actions photochimiques et abiotiques des rayons ultra-violets. *C. R. Académie des Sciences*, Paris, 1910, CL, 549.
- Action des rayons ultra-violets sur les micro-organismes et sur différentes cellules. *Etude microchimique*, *C. R. Acad. des Sciences*, Paris, 1910, CL, 729.
- CHAMBERLAND. — Les essences au point de vue de leurs propriétés antiseptiques. *Annales Institut Pasteur*, 1887, I, 153-164.
- CHAMBON. — Contribution à l'étude des anesthésiques locaux. *Thèse Doct. Sciences*, Bosc et Riou édit., Lyon, 1930.
- CHEVASSU. — La stérilisation des instruments au formol. *Bulletin Mém. Acad. Chir.*, 28 février 1917, p. 584-585. Févr. 1918, p. 328. 1935, p. 1020.
- COBLENTZ (W.-W.) et FULTON (H.-H.). — A radiometric investigation on the germicidal action of ultra-violet radiations. *Scient. Papers Bur. Stand.* N° 495, 1924, XIX, p. 641-680.
- COTTREL (d'après FABRE R.) et KAHANE (E.). — Production et suppression des fumées industrielles. *Revue médicale française*, 1936, p. 705-722.
- COURMONT, MOREL et BAY. — Sur le pouvoir infertilisant de quelques essences végétales et de leurs constituants vis-à-vis de cultures homogènes de bacilles tuberculeux humains. *C.R. Sté Biol.*, 1928, XCVIII, p. 318-320.

- Sur le pouvoir infertilisant de quelques corps terpéniques cycliques et alliphatiques vis-à-vis des cultures homogènes du bacille tuberculeux humain. *C.R. Soc. Biol.*, 1928, XCIX, p. 75-76.
- Sur le pouvoir infertilisant de quelques corps terpéniques cycliques et alliphatiques vis-à-vis des cultures en voile de bacille tuberculeux humain. *C.R. Soc. Biol.*, 1928, XCIX, p. 1742-1743.
- COURMONT, MOREL, PERROT et DENART. — Sur le pouvoir infertilisant du sulfate neutre de 8-Hydroquinoléine (sunoxol) pour le bacille de Koch en différents milieux et notamment en cultures homogènes. *C. R. Soc. Biol.*, CXXIV, p. 1110-1112.
- COURMONT (J.) et NOGIER (Th.). — Sur la stérilisation de l'eau potable au moyen de la lampe en quartz à vapeur de mercure. *Cahier n° 8*, Paris, 1909, CXLVIII, p. 523-524.
- CZAPECK. — Uber eine Methode zur dire Kten Bestimmung von Pflanzenzellen, janv. 1911, Le an.
- DEJARDIN (G.) et SCHWEGER (Mlle R.). — Présentation d'appareils. Nouvelles lampes à basse pression et haute tension, construites par la Société Gallois et Cie, à Lyon. *Revue Opt. Th. et Instr.*, 1934, XIII, p. 251.
- DANNENBERG (A.-R.). — A simple face mask for use by contagious diseases attendants. *J. A. M. A.*, 1918, LXX, p. 990.
- DAUST (S.-C.) et LYON (A.-B.). — Face masks, infections of the respiratory tract. *J. A. M. A.*, 1918, LXXI, p. 216.
- DAVIS (J.-S.). — The importance of adequate masking during operations. *Ann. Surgery*, 1934, C, p. 1008.
- DENNINGTON (A.-R.). — Sterilisation by radiations. Heating, Piping and air conditionning. *Volume 10 N° 1 et Journal of the Franklin Institute*, 1938, p. 350.

- DESALBRES (H.-L.). — L'industrie de la terpène et du terpinéol. *Bulletin industriel du pin*, 1929, LVI, p. 11.
- DESPLAS. — *Bulletin et Mémoires Société Nat. Chirurgie*, 1935, LXI, 675. ,
- DUVAL (P.). — A propos de la chirurgie intra-pleurale en un temps. *Bulletin et Mémoires Société Nat. Chirurgie*, 1924, p. 630-634.
- EHRLICH (O.) et NOETHLING (W.). — Ueber die baktericide Wirkung monochromatischen Lichtes. *Zeits. Hyg.*, 1932, CXIII, p. 597-628.
- FAURE (J.-L.). — Grippe et chirurgie. *Presse médicale*, 1919, p. 405.
- FLUGGE. — Ueber Luftinfektion. *Zeitschrift für Hygien und Infektionskrankheiten*, 1897, vol. 25, fasc. 1, p. 179.
- FORNE. — Contribution à l'étude des essences, au point de vue de leurs propriétés antiseptiques : Essence de Niaouli, essence de Cajepur. *Annales de l'Institut Pasteur*, 1893, VII, p. 529-536.
- FREDET. — Le conditionnement de l'air dans les salles d'opération, par TRENEL (H.), rapport de M. Pierre FREDET. *C. R. Acad. Chirurgie*, 24 février 1938, N° 7, p. 64.
- FUEHNER. — *Biochemische Zeitung*, 1921 t. CXV, p. 235; 1926, t. CXXXIX, p. 217. ,
- FULTON (H.-R.) et COBLENTZ (W.-W.). — The fungicidal action of ultra-violet radiation. *Journal Agr. Res.*, 1929, XXXVIII, p. 159-168.
- GATES (F.-L.). — On the nuclear derivatives and the lethal action of Ultra-violet. *Science*, 1928, LXVIII, p. 479-480
- A study of the bactericidal action of ultra-violet Light and the reactions of monochromatic radiations. The effect of various environmental factors and conditions. *Journ. Gen. Physiol.*, 1929, XIII, p. 231-260.

- The absorption of ultra-violet light by bacteria. *Ibid.*, 1930, XIV, p. 31-42.
- The reaction of individual bacteria to irradiation with ultra-violet light. *Science*, 1933, LXXVII, p. 350.
- GILLES (E.). — Effets des rayons ultra-violet sur les végétaux supérieurs. *Thèse Doct. Sciences*, Lyon 1938, G. Patissier édit. à Trévoux.
- GORIS et LIOT. — *Pharmacie galénique*, édit. Masson, 1939.
- GOSSET (A.), HAUDUROY et GOSSET (J.). — La constitution et le fonctionnement des blocs opératoires. *Presse Médicale*, 1937, p. 464.
- GRIFFITH (H.-D.) et TAYLOR (J.-B.). — The photometry of therapeutic lamps : 1° Relation of photo-électrical power of lamps to their bactericidal power; 2° Comparison of the emission of various ultra-violet sources. *Journal Hyg.*, 1926, XXV (2), p. 218-224.
- GUDIN. — Infection opératoire et stérilisation totale. *Bull. Mém. Soc. Chir.*, 1935, p. 994-1020.
- Asepsie fictive et stérilisation totale. *Presse Méd.* 1934, (10079), p. 335-359.
- GUEGEN. — Le pouvoir antiseptique du goménol. *Soc. Biol.*, 1908.
- HALLER. — *Acad. Sciences Paris*, 1918, CLXVI, N° 20, p. 827.
- HALSTED (W.-S.). — Ligature and suture material. The employment of line silk in preference to catgut. *J. A. M. A.*, 1913, LX, p. 1119.
- HAMOND et GRIMAULT. — Asepsie de l'air des salles d'opération. Le scaphandre. *Bull. et Mém. Acad. Chir.*, 15 févr. 1939.
- HART (D.). — *Journ. of thoracic Surgery*, 1936, p. 45.

HART (D.) et GARDNER (J.-C.). — Sterilisation of air in operative region with bactericidal radiant energy. *Transaction of South S. A.*, 1936, XLIX, p. 376-402.

- Sterilisation of air in operating room with bactericidal radiation, consecrated asepsis of the individual stage by extra-pleural thoracoplastis wound with radiation and 110 stages performed without radiation. *J. thoracic surgery*, 1938, VII, p. 525-535.

KAUSSER (K.-W.). — Einfluss der Wellenlänge in der Strahlen biolog. *Strahlentherapie*, 1928, t. XXVIII, p. 25.

KAUSSER (K.-W.) et WAHLE (W.). — Die abhängigkeit des Lichterythems und die Pigmentbildung von der Schwingungzahl (Wellenlänge) des erregenden Strahlung. *Strahlentherapie*, 1922, t. XIII, p. 41.

HENRI (V.). — Comparaison de l'action des rayons ultra-violets sur les organismes et sur les réactions photochimiques simples et complexes. *C. R. Soc. Biol.*, 1912, LXXIII, p. 323-325.

- Absorption des ultra-violets et actions photochimiques. *Journal de Physique*, avril 1913.

HENRI (V.) et Mme V. — Action des rayons ultra-violets sur les micro-organismes. *Journal de Phys. et de Path. gén.*, nov. 1911.

- Variation du pouvoir abiotique des rayons ultra-violets avec leur longueur d'onde. *C. R. Soc. Biol.*, 27 juillet 1912.

- La relation de la longueur d'onde avec le pouvoir antibiotique des rayons ultra-violets. *C. R. Ac. Sciences*, Paris, 1912, CLV, p. 315-318.

- Etude de l'action métabolique des rayons ultra-violet : Théorie de la production de formes microbiennes nouvelles par l'action sur les différentes fonctions nutritives. *C. R. Acad Sciences*, Paris, 1914, CLIX, p. 413.
- HERTEL (E.). — Ueber die physiologische Wirkung von Strahlen verschiedener Wellenlänge. *Zeitschrift allgemeiner Physiol.*, 1905, V, p. 95-122.
- Ueber den Gehalt verschiedener Spektralbezirken physiologisch wirksamen Energie. *Zeitschr. Physiol. und Diat. Therapie*. 1906-1907, X.
- HILL (L.). — The biological action of light. *Nature London*, 1925, p. 642.
- The biological action of Ultra-violet rays. *Nature*, London, 1928, p. 630.
- JALAN DE LA CROIX (N.). — Das Verhalten der Bakterien des Fleischwassers gegen einige Antiseptica. *Arch. f. Exp. patholog. und pharmac.*, 1881, XIII, p. 175-225.
- JOACHIMOGLU. — *Biochemische Zeitung*, 1921, CXX, p. 203.
- KELLOG (W.-H.) and Mc MILLEN (G.). — An experimental study of gaze face masks. *Ann. J. Pub. Health*, 1920, X, p. 34.
- KOCH, cité par Perrot (L.). — Contribution à l'étude du pouvoir antimicrobien de quelques dérivés aromatiques à chaîne latérale allylée, propenylée, ou à fonction aldéhydique. *Thèse*, Edit. Giraud et Rivoire, Lyon, 1930.
- KUHN. — Action des désinfectants à base de thymol et carvacrol. *Arch. Hygiène*, 1930, XVIII, p. 28.
- LATARJET. — Le dosage des rayonnements ultra-violet utilisés en thérapeutique. *Thèse Doctorat ès Sciences*, Lyon 1937, Edit. Bosc et Riou.
- LAFOLIE. — Une opération aseptique. *Thèse Doct. Méd.*, Bordeaux, 1900.

- LEETE (H.-M.). — Some experiments on masks. *The Lancet*, 1919, p. 392.
- LEGENDRE, BARELLE et LEPAGE. — *Traité pratique d'antiseptie appliquée à la thérapeutique et à l'hygiène*, 2 vol., Steinheil, Paris, 1888.
- MARTINDALE. — Antiseptic power of essential oils. *Pharmaceutical Journal*, 1910 (4^e série), LXXXV, p. 668-670.
- MASHIMO (T.). — A method of investigating the action of ultra-violet rays on bacteria. *Mem. Coll. Sc. Kyoto*. Impr. univ., 1919, IV, p. 1-11. „
- MASMONTEIL (F.). — *Presse médicale*, 1934, XLV, p. 91-92 et *Presse Méd.*, 1937, LXXXIV, p. 1471.
- Le bloc chirurgical. *Rev. chirurgie*, Paris, 1937, LXXV, p. 428-449.
- *Presse Médicale*, 1937, p. 91.
- De l'asepsie de locaux opératoires. *Presse Méd.*, 1939, n^o 21, p. 394-396.
- MASTERMAN (A.-T.). — Air purification in inhabited rooms by spraying or atomizing hypochlorites. *J. Industr. Hygien. and toxicol*, 1938, XXII, p. 278-288.
- MELENEY (F.-L.), HUMPHREYS (F.-B.) and CARP (L.). — Unusual fatal operative wound infection. Yielding a pathogenic anaerobe gaz gangrene. Group not hitherto described with direct reference to catgut. *Journ. Surg. Gyn. Obstet.*, 1927, XLV, p. 771.
- MELENEY (F.-L.). — Infection in clean wounds. *Surgery Gynec. Obstet.*, 1935, LX, p. 264.
- Seasonal incidence of hemolytic streptococcus in nose and throat. *J. A. M. A.*, 1937, LXXXVIII, p. 1392.
- MELENEY (F.-L.) and STEVENS (F.-A.). — Postoperative hemolytic streptococcus wound infection and their relation to hemolytic streptococcus carriers among the operating personal. *Surgery Gyn. Obst.*, 1926, XLIII, p. 338.

- MELLINGER (H.-V.). — A new mask that protects both Physician and patient. *J. A. M. A.*, 1930, XCV, p. 662.
- MILLER, RUTH (E.). — Activité bactéricide des huiles essentielles. *Am. J. Pharm.*, CIII, p. 324.
- MILLER (R.-E.). — Efficacité bactéricide des huiles essentielles. *Parf. Moderne*, n° 105.
- MIQUEL. — De la désinfection des poussières sèches des appartements. *Ann. de micrographie*, juin, juillet, août, 1894.
- Les organismes vivants de l'atmosphère, Paris, 1882, et *Annales de l'Observatoire de Montsouris*, 1880-1887.
- MOREL et ROCHAIX. — Sur la nature des propriétés microbicides des essences végétales et de leurs constituants définis. *C. R. Soc. Biologie*, 1929, CI, p. 1152-1153.
- MOREL, ROCHAIX et SEVELINGE. — *Comptes rendus Soc. Biologie*, 1928, XCVII, p. 47 et 19 mai et 20 juin 1930.
- MOREL et ROCHAIX. — Action microbicide par contact de quelques essences bactéricides. *C. R. Soc. Biol.*, 1922, LXXXVI, p. 933.
- Recherches comparatives sur l'action microbicide des propriétés de quelques essences végétales. *Bullet. des Sciences pharmacolog.*, 1925, XXXII, p. 257.
- Sur le pouvoir de quelques essences végétales vis-à-vis des divers microbes pathogènes. *C. R. Soc. Biologie*, 1927, XCVI, p. 1313.
- Action microbicide des vapeurs de quelques essences. *C. R. Soc. Biol.*, 1921, LXXXV, p. 861-864.
- MOREL, ROCHAIX et CHEVALIER. — Action affaiblissante de l'état colloïdal sur le pouvoir infertilisant des essences, vis-à-vis des microbes. *C. R. Soc. Biol.*, 1927, XCVI, p. 495-496.

- MOREL, ROCHAIX et Mlle DELABORDE. — Sur le pouvoir bactéricide et infertilisant des éthers des acides amino-benzoïques. *C. R. Soc. Biol.*, 1935, CXIX, p. 612-615.
- MOREL, ROCHAIX, DENARD, PERROT et Mlle DESSAIGNES. — Sur le pouvoir infertilisant du sulfate neutre de la 8-Hydroxyquinoléine (sunoxol) vis-à-vis de quelques microbes pathogènes. *C. R. Soc. Biol.*, 1935, CXVIII, 257-260. ,
- MOREL, ROCHAIX, DOEUVRE et GUILLOT. — Sur le mécanisme de l'action infertilisante des essences végétales. Recherche sur l'influence de l'ozonisation sur le d-citronellol. *C.R. Soc. Biol.*, 1930, CIII, p. 85-86.
- Sur le mécanisme de l'action infertilisante des essences végétales. Recherche sur l'influence de l'ozonisation du rhodinol, du linalol, des pinènes. *C. R. Soc. Biol.*, 1930, CIV, p. 582-584.
- MOREL, ROCHAIX et DUMAS (Mlle). — Sur le pouvoir antiseptique et infertilisant du benzène et quelques-uns de ses dérivés halogénés. *C. R. Soc. Biol.*, 1934, CXVII, p. 445-447.
- MOREL, ROCHAIX et GENTON. — Sur le pouvoir infertilisant des essences de canelle et de quelques dérivés cinnamiques. *C. R. Soc. Biol.*, 1933, CXIV, p. 645-647.
- MOREL, ROCHAIX et PERROT. — Sur le pouvoir antiseptique et infertilisant de quelques phénols et éthers-oxydes de phénols à fonction allylique, propénylique ou aldéhydique. *C. R. Soc. Biol.*, 1933, CXIV, p. 1118-1120.
- MOREL, ROCHAIX, PERROT et MOUTOU (Mlle). — Pouvoir infertilisant de deux dérivés de la 6-méthyl 8-hydroquinoléine vis-à-vis de quelques microbes pathogènes. *C. R. Soc. Biol.*, 1936, CXXII, p. 1113-1114.

- MOREL, ROCHAIX, PERROT et PEGON. — Sur le pouvoir infertilisant de nouveaux dérivés de la 8-hydroxyquinoléine. *C. R. Soc. Biol.*, 1936, CXXII, p. 1115-1116.
- MOREL, ROCHAIX, PERROT et SANLAVILLE (Mlle). — Sur le pouvoir infertilisant de divers dérivés allyliques, propyliques et glycoliques. *C. R. Soc. Biol.*, 1937, CXXIV, p. 188-190.
- MOURE. — *Bulletin et Mémoires de la Société Nationale de Chirurgie*, 1935, LXI, p. 672.
- MULLER. — Bakteriologische Luft in der Operationssaale der chirurgischen Klinik zu Halle, 1893. Inarf. Dirkt., cité d'après Quenu et Landel.
- NEWCOMER (H.-S.). — The abiotic action of ultra-violet light. *Journal Exp. Med.*, 1927, XXVI, p. 841-848.
- OSTER (R.-H.). — Results of irradiating saccharomyces with monochromatic ultra-violet light, I, II, III. *Journ. gén. Physiol.*, 1934, XVIII, p. 71-78 et 243-250 et 251-254.
- OSTER et ARNOLD. — Id. IV, 1935, XIX, p. 351-355.
- PAUTHENIER (H.) et VOLKRINGER (H.). — Procédé électrique pour la destruction des germes microbiens en suspension dans un gaz. *C.R. Acad. Sciences*, Paris, 1936, CCII, p. 250-252.
- PHILIP (C.). — Préparation de nouveaux désinfectants à base de thymol et de carvacrol. *Arch. Hygiène*, 1930, CV, p. 15.
- PROUST. — *Bulletin et Mémoires de la Société Nationale de Chirurgie*, 1935, LXI, p. 608.
- QUENU et LANDEL. — Les micro-organismes de l'air dans les salles d'opération et d'hôpital. Résultats d'un procédé de désinfection. *Bull. et Mémoire Soc. Nat. Chir.*, 1902, XXVIII, p. 1184-1233.
- RAYBAUD (L.). — De l'influence des rayons ultra-violet sur le développement des moisissures. *C. R. Acad. Sciences Paris*, 1909, CXLIX, p. 634.

- De l'influence des radiations ultra-violettes sur le protoplasma. *C. R. Soc. Biol.*, 1910, LXVIII, p. 772-774.
- RECKLINGHAUSEN, HEILBRONNER (A.) et HENRI (V.). — Nouvelles recherches sur la stérilisation de grandes quantités d'eau par les rayons ultra-violettes. *C. R. Acad. des Sciences*, Paris, 1910, CLI, p. 677-683.
- REUTSCHLER et JAMES (D.-F.). — Ultra-violet light for sterilisation. *Light and Lighting*, 1936, vol. 29 (N° 8), p. 170.
- RIGAUX. — Le Goménol : Thérapeutique chirurgicale. *Thèse de Lyon*.
- RISLER (J.). — Application de la méthode d'imprégnation à l'hygiène scolaire. *Bulletin soc. Pathol. comparée et d'hygiène générale*, 1935, XXXV, p. 710-713.
- La lutte antimicrobienne et la conservation des corps. *Nouvelles de la Chimie*, 1936, août.
- Sur le pouvoir antiseptique immédiat et en durée des huiles essentielles. *C. R. Acad. des Sc. Paris*, 1936, CCIH, p. 517-519.
- ROCHAIX. — Lois et théories de l'action germicide des substances chimiques. *Revue de l'hygiène et de police sanitaire*, 1912, XXIV, p. 266-293.
- SAIDMANN (J.). — *Les rayons ultra-violettes en thérapeutique*. Seconde édition. G. Doin et Cie édit., Paris, 1928.
- SANITARIUS. — Stérilisation du lait par les rayons ultra-violettes. *Journal of the Royal Society of acts*, 1912, Londres, p. 464.
- SCHULTZE (S.). — Ueber die Einwirkung der Lichtstrahlen von 2.800 A° Wellenlänge auf Pflanzen-zellen. *Zeitr. Bot. Cent.*, 1910, XXV, p. 30-80.
- SENÉCHAL, KOHN, ABREST et CAPSUS. — Analyse de l'air d'une salle d'opération au cours d'interventions. *Presse Médicale*, 1937, LXXXIV, p. 1471.

- SHRYVER. — *Practic Roy. Soc.*, 1910, LXXXIII, p. 96 ;
1914, LXXXVII, p. 366.
- VAN STEENBRUGGHE et FELDENKRAIS. — *Le bloc chirurgical stérile*. H. de Pierrepont, Maloine édit.
- THIROUX et RISLER. — Méthodes d'autodésinfection des surfaces solides. *Bull. Acad. de Médecine*, 1931, CVI, p. 603-604.
- TRILLAT et BOUSQUET. — *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 1938, CXIX, p. 64-73.
- TRILLAT. — Sur les conditions de transport des microbes de l'air. Note de Laveran. *C. R. Acad. Sciences*, Paris, 1913, CLVII, p. 873-876.
- Influence de la tension superficielle des liquides sur l'entraînement des microbes par un courant d'air, 1913. Note de Roux. *C. R. Acad. Sciences*, Paris, CLVII, p. 1544-1549.
- TRILLAT et FOUASSIER. — Note de Roux. Entraînement et séparation des microbes en suspension dans l'eau, sous l'influence d'un courant d'air. *C. R. Acad. Sciences*, Paris, 1914, CLVIII, p. 518-521.
- Note de Roux : Action du refroidissement sur les gouttelettes microbiennes. *C. R. Académie Sc.*, Paris, CLVIII, p. 1441-1444.
- Note de Laveran : Influence de la radioactivité de l'air sur les gouttelettes microbiennes de l'atmosphère. *C. R. Acad. Sciences*, 1914, CLIX, p. 817-819.
- TRILLAT. — Note de Laveran : Etudes sur les poussières aqueuses microbiennes dans les locaux habités. *C. R. Acad. Sciences*, 1915, CLX, p. 153-156.
- Influence de la variation de la pression barométrique sur les gouttelettes microbiennes en suspension dans l'atmosphère. *C. R. Acad. Sciences*, Paris, 1920, CLXX, p. 538-540.

- Influence de l'humidité de l'état vésiculaire sur la diffusion des gouttelettes microbiennes de l'air. *C. R. Acad. des Sciences*, 1922, CLXXV, p. 328-331.
- Sur les propriétés différentes des poussières microbiennes sèches ou liquides. *C. R. Acad. Sciences*, 1923, CLXXVI, p. 144-146.
- TRAUBE, cité par CHAMBON. — *Thèse de doctorat ès Sciences* : Contribution à l'étude des anesthésiques locaux, 1930, Bosc et Riou, Lyon, p. 69-70; et *Pflügers Archiv.*, 1904, t. CV, p. 541; 1908, tome CXXIII, p. 419; 1910, t. CXXXII, p. 511; 1912, t. CXL, p. 109; 1928, t. CCXVIII, p. 749 (*Revue générale*).
- TRAUBE KLEIN. — *Biochemische Zeit.*, 1921, t. CXX, p. 111.
- TUFFIER. — A propos des germes de l'air des salles d'opération. *Bulletin et Mém. de la Soc. Nat. de Chir.*, 1903, XXIX, p. 335.
- VALLET. — Pénétration et action bacétricide des rayons U.-V., relativement à la constitution chimique du milieu. *C. R. Acad. Sciences*, Paris, 1910, CL, p. 632-634.
- WALHER (I.-J.). — How can we determine the efficiency of the surgical mask. *Surg. Gyn. Obst.*, 1930, L, p. 266.
- WARBURG. — *Biochemische Zeit.*, 1921, CXIX, p. 134.
- WEAVER (J.-H.). — Droplet infection and its prevention by the face mask. *J. Infect. Disease*, 1919 XXIV, p. 218.
- The value of the face mask and other means measures. *J. A. M. A.*, 1918, LXX, p. 76.
- WHIPPLE (A.-D.). — The use of silk in repair of clean wounds. *Ann. surgery*, 1933, XCVIII, p. 662.

WYCHOFF (R.-W.-G.). — The killing of colon bacilli by ultra-violet light. *Journ. gen. physiol.*, 1932, XV, p. 351-361.

WYCHOFF (R.-W.-G.) et LUYET (B.-J.). — The effects of X rays cathode and ultra-violet rays on yeast. *Radiology*, 1931, XVII, p. 1171-1175.

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS.	9
INTRODUCTION.	11
Première partie.	15
L'infection par voie aérienne.	17
Septicité de l'air des salles d'opérations.	27
I. Nombre de germes	28
II. Détermination des espèces microbiennes.	35
Les poussières de l'atmosphère, l'aérosol micro- bien.	40
Procédés employés pour stériliser l'air des salles d'opération.	47
I. Stérilisation initiale	50
Destruction des bactéries par nébulisation.	50
La stérilisation initiale par le formol.	53
La désinfection de l'air par les produits aro- matiques.	57
II. Sa stérilisation continue	65
Le filtrage simple	69
La précipitation électrique des bactéries.	72
La stérilisation de l'air par les rayons U. V.	74
Deuxième partie. Travaux personnels.	81
Méthodes d'étude	84
Etude de la septicité normale de la salle d'opéra- tion.	89

Essais de désinfection	95
Essai de stérilisation initiale par brumisations antiseptiques.	95
Principe de la méthode.	95
Etude du liquide brumisable.	96
Expérimentation.	103
Désinfection du sol	108
Détermination du nombre des bactéries en air agité.	113
Essais de stérilisation continue par un disposi- tif utilisant l'action abiotique des rayons U. V.	119
Appareil de stérilisation	120
Expérimentation.	122
Critique générale	131
I. Critique des expériences	131
II. Comparaison avec les travaux antérieurs.	132
CONCLUSIONS.	137
BIBLIOGRAPHIE.	143

